

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 1 月 6 日 (06.01.2005)

PCT

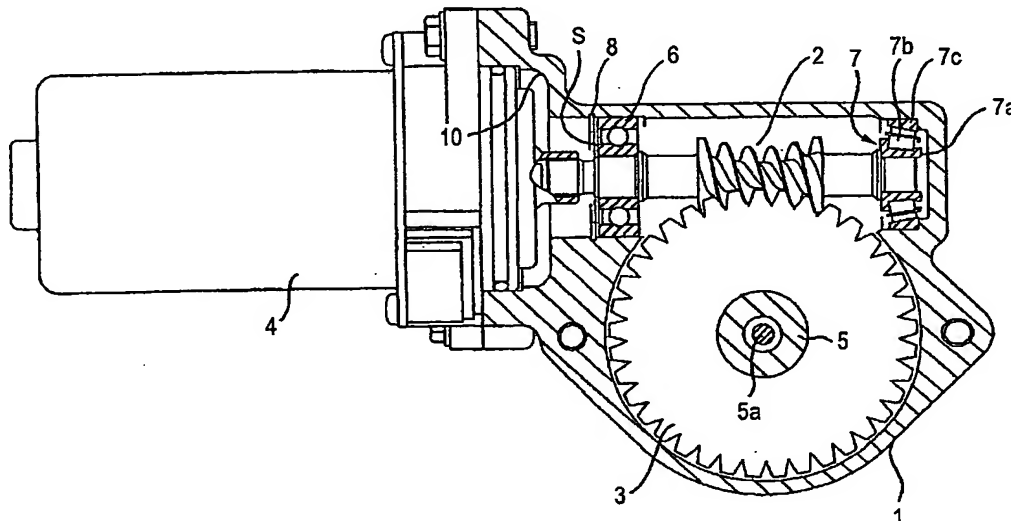
(10) 国際公開番号  
WO 2005/000662 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B62D 5/04 (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP). NSKステアリングシステムズ株式会社 (NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005478
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 16 日 (16.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
- |                |                               |    |   |
|----------------|-------------------------------|----|---|
| 特願2003-181517  | 2003 年 6 月 25 日 (25.06.2003)  | JP | (72) 発明者; および   |
| 特願2003-181523  | 2003 年 6 月 25 日 (25.06.2003)  | JP | (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 前田 篤志 (MAEDA, Atsushi) [JP/JP]; 〒371-0853 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 NSKステアリングシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 力石 一穂 (CHIKARAISHI, Kazuo) [JP/JP]; 〒371-0853 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 NSKステアリングシステムズ株式会社内 Gunma (JP). |
| 特願2003-181529  | 2003 年 6 月 25 日 (25.06.2003)  | JP |   |
| 特願 2003-392623 |                               |    |   |
|                | 2003 年 11 月 21 日 (21.11.2003) | JP |   |

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置



(57) Abstract: An electric power steering device capable of increasing contact ratio to increase output by using a double enveloping worm and easily performing the adjustment of misalignment by remarkably facilitating the installation of the double enveloping worm. A worm gear mechanism allows the double enveloping worm (2) driven by an electric motor (4) to mesh with a worm wheel (3) formed on an output shaft (5), and a bearing (7) on the shaft end side rotatably supporting the double enveloping worm (2) is a tapered roller bearing having a separable outer ring. In the installation, an inner ring (7a) and rolling elements (7b) are installed on the double enveloping worm (2), and the outer ring (7c) is installed in a gear housing (1). Next, the double enveloping worm (2) is moved aslant along the raceway surface of the outer ring (7c) relative to the rotating axis of the gear housing (1) for the double enveloping worm (2) to assemble the tapered roller bearing (7) in the gear housing (1).

(57) 要約: 本発明の課題は、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行える電動パワーステアリング装置を提供することである。ウォー

[続葉有]



- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒107-6013 東京都 港区 赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 1 3 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ムギヤ機構は、出力軸5に設けたウォームホイール3に、電動モータ4により駆動する鼓型ウォーム2を噛合させ、鼓型ウォーム2を回転自在に支持する軸端側の軸受7は、その外輪が分離可能なテーパローラ軸受である。組み付けに際しては、鼓型ウォーム2に、内輪7aと転動体7bを組み付ける一方、ギヤハウジング1には、外輪7cを組み付けた状態にしておく。次いで、ギヤハウジング1の鼓型ウォーム2の回転軸線に対して、外輪7cの軌道面に沿って斜めに、鼓型ウォーム2を移動させて、ギヤハウジング1内でテーパローラ軸受7を組み立てるようしている。

## 明 細 書

## 電動パワーステアリング装置

## &lt;技術分野&gt;

本発明は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置に関する。

## &lt;背景技術&gt;

自動車の操舵系では、外部動力源を用いて操舵アシストを行わせる、いわゆるパワーステアリング装置が広く採用されている。従来、パワーステアリング装置用の動力源としては、ベーン方式の油圧ポンプが用いられており、この油圧ポンプをエンジンにより駆動するものが多かった。ところが、この種のパワーステアリング装置は、油圧ポンプを常時駆動することによるエンジンの駆動損失が大きい（最大負荷時において、数馬力～十馬力程度）ため、小排気量の軽自動車等への採用が難しく、比較的大排気量の自動車でも走行燃費が無視できないほど低下することが避けられなかった。

そこで、これらの問題を解決するものとして、電動モータを動力源とする電動パワーステアリング装置（Electric Power Steering、以下EPSと記す）が近年注目されている。EPSには、電動モータの電源に車載バッテリーを用いるために直接的なエンジンの駆動損失が無く、電動モータが操舵アシスト時にのみ起動されるために走行燃費の低下も抑えられる他、電子制御が極めて容易に行える等の特長がある。

EPSでは、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに対応して、電動モータから補助操舵トルクを発生して、動力伝達機構（減速機）により減速して操舵機構の出力軸に伝達するようになっている。

この動力伝達機構（減速機）として、ウォームギヤ機構を用いたEPSでは、電動モータの駆動軸側のウォームに、ウォームホイールが噛合しており、このウォームホイールは、操舵機構の出力軸（例えば、ピニオン軸、コラム軸）に嵌合してある。

ところで、EPSの高出力化の取り組みにおいて、ウォーム減速機のグリース開発、樹脂材料開発を行っているが、材料面から飛躍的に性能を向上させるのは難しい状況であり、近年、機構的にブレードスルー出来る可能性のある鼓型ウォーム減速機の開発を進めている。

今まで使用していたウォーム減速機は、円筒ウォーム減速機である。円筒ウォームに対して、鼓型ウォームは、ウォームがホイール形状を包絡する様に文字通り鼓型形状を成しているのです、誰が見ても噛み合い率（数）を向上させることができるのは明らかである。

例えば、円筒ウォームを用いたウォームギヤ減速機としては、特開2001-270450号、及び特開2002-173041号公報を挙げることができる。なお、円筒ウォームを用いたEPSとしては、本願の図45Cに示すように、ウォームギヤ機構のギヤハウジングa内に、円筒ウォームbと、この円筒ウォームbに噛み合したウォームホイールcとが収納してあり、ギヤハウジングaの側方には、円筒ウォームbを駆動する電動モータdが装着してある。ウォームホイールcは、操舵機構の出力軸e（例えば、ピニオン軸、コラム軸）に嵌合してある。これにより、ステアリングホイール（図示略）に印加された操舵トルクに応じて、電動モータdから補助操舵トルクを発生して、円筒ウォームbとホイールcにより減速して、操舵機構の出力軸eに伝達するようになっている。

特開2001-270450号は、ウォーム条数を3条とすることで、噛み合い歯数を増加させて、接触面圧を低下させて耐久摩耗性を改善させたものである。また、当該特開2001-270450号の図7には、3条ウォームの歯当たり状態、当該特開2001-270450号の図8、9には、2条ウォームの歯当たり状態（ウォームとホイールとの接触面）が記載されている。さらに、当該特開2001-270450号は、本願の図45A、45B（又は図46A、46B）に示すように、どの接触面も歯筋方向に伸び、歯丈方向に僅かな幅を持った形状となっており、噛み合い初期には、ホイール歯先側と接触し、噛み合い終了期には、歯元側と接触していることを開示している。つまり、歯筋方向の接触線が歯先方向から順次歯元方向へ移動しながら、噛み合いが行われている。

特開2002-173041号公報は、円筒ウォームとホイール歯面の接触線が長



くなるホイール形状とすることで、接触面圧を低下させて耐久摩耗性を改善させたものである。また、当該特開 2002-173041 号公報は、歯当たり面積を大きくするため、改良されたものであり、ウォームとホイールとの両歯面の歯筋方向に設けたクラウニングによって、歯筋方向の接触長さが短くなるのを防止する様に成されたものである。つまり、当該特開 2002-173041 号公報は、上記特開 2001-270450 号に対し、接触部が歯筋方向に伸ばした接触部が得られている。

また、特開 2001-270450 号及び特開 2002-173041 号公報のどちらも、接触面積を大きくすることで、樹脂製のホイールギヤの面圧を低下させ、耐久性を向上せしめたものである。

一方、鼓型ウォームを開示した特開平 9-132154 号公報は、ウォームを、ホイール外周形状に沿ったウォーム形状した鼓型ウォームとすることで、同様に噛み合い歯数を増加させたものである。

近年、開発を進めている鼓型ウォームの場合には、食い違い軸であるホイールの回転軸と、ウォームの回転軸との距離は、両軸の垂線の足の長さ（芯間距離）を最短として、ホイールの回転位相に伴って増加する。

ホイールのピッチ円半径を  $R$ 、ウォームの垂線の足からの距離を  $X$  とすると、ウォームのピッチ円半径の増加量  $\delta$  は

[数 1]

$$\sigma = R - \sqrt{R^2 - X^2}$$

となる。

この為、鼓型ウォームのピッチ円径は垂線の足の位置（ $X=0$ ）を最小径として、ウォームの軸線方向に離れるに従い対称形状で連続的に大径となっている。

一方、図 47 に示すように、円筒ウォームにおいては、ギヤハウジング a に円筒ウォーム b を回転自在に支持している場合、ギヤハウジング a に対して、円筒ウォーム b が軸方向に位置ズレを生じたとしても、図 48 B に拡大して示すように、円筒ウォーム b のピッチ円は、円筒ウォーム b の軸線方向のどの位置においても、一定値であることから、ホイール c と、円筒ウォーム b との噛み合いには、何ら影響を及ぼすことは全くない。

なお、ピッチ円を軸方向に繋げた包絡面は、円筒となる。図示では、その円筒の断面を示している。その円筒面と、ホイールcのピッチ円との交点は、その円筒面が軸方向に動いても変わらない。円筒ウォームbの場合、ホイールcをギヤハウジングaに装着後、モータ取付孔g側から、円筒ウォームbを回転させながら、螺進させて組み付けることが出来る。

しかし、鼓型ウォームにおいては、鼓型ウォームの最小ピッチ円の位置を、ギヤハウジングのホイール回転軸とウォーム回転軸との垂線の足の位置にきわめて正確に一致させなければならない。鼓型ウォームがホイールに対して一側へずれると、鼓型ウォームの一端側は両ピッチ円が離れ、他端側は両ピッチ円が交錯するので、一端側では、バックラッシュが大となり、他端側では、バックラッシュが小となる。ズレによるバックラッシュ変化が大きければ、歯面が干渉して円滑な回転伝達が出来なくなる。また、バックラッシュを大きくすると、歯面同士の打音が大きくなってしまうという問題があり、鼓型ウォームの軸方向位置を正確に調整する必要がある。

また、図49Aに示すように、円筒ウォームにおいては、円筒ウォームbの軸端側を回転自在に支持する軸受hをギヤハウジングaに組み付けた後、ホイールcをギヤハウジングaに組み付けている。その後、図49B、49Cに示すように、モータ取付孔g側から、円筒ウォームbを回転させながら螺進させて、軸端側の軸受hに嵌め合わせて、モータ取付孔g側の軸受fを組み付けることが出来る。したがって、円筒ウォームにおいては、その組み立てが極めて容易である。

しかし、鼓型ウォームにおいては、円筒ウォームのような組み付けは、ウォームとホイールとの干渉により出来ない。そのため、ホイールとの干渉を避けながら、鼓型ウォームを仮組みした後、鼓型ウォームの両端を支持する軸受を両端側から夫々取り付け、ミスアライメントの調整のため、軸受けの端面位置を各々シム等で調整しなければならない。従って、鼓型ウォームにおいては、組み付けが困難である。

また、鼓型ウォームを先にハウジングに組み付けた後、ホイールを組み付けようとした場合、ホイール形状をホイールの軸線方向で鼓型ウォームと干渉しない形状（例えばヘリカルギヤ状）としなければならず、ヘリカルギヤ状ホイールと鼓型ウォームとの噛み合い状態は噛み合い歯数こそ増加するものの、各歯面においては、点接触とな

り、接触面圧が大きくなり、摩耗耐久性を期待通りに向上できないという問題がある。

また、円筒ウォームにおいては、加工終了後に、3針法にて簡易にピッチ円径を測定することが出来る。

しかし、鼓型ウォームでは、連続的にピッチ円径が変化しているので、従来の測定3針法では、ピッチ円の計測は、不可能であり、ピッチ円の最小径の軸方向位置を正確に割り出すことは、困難であり、ウォーム加工時の加工基準からの位置精度に頼ることとなる。

以上から、鼓型ウォームやハウジングの加工誤差による位置ズレ(ミスアライメント)を修正するため、鼓型ウォームは、軸方向に位置を正確に調整する困難な作業が必要である。

ところで、従来のEPS用ウォーム減速機は、インボリュート歯型を採用している。インボリュート歯型のウォームとウォームホイールの歯み合いをウォームの中央平面(ホイール軸に垂直でウォーム軸を含む面)で観察すると、ウォーム軸断面に現れるラックとピニオン(ホイール)との噛み合いに等しい。ラックとピニオン(ウォームとホイール)の両歯面の接触点では、両歯面の法線は、共通であり、且つ、インボリュートの定義から、その法線は、両基礎円に接している。つまり、噛み合いは、平行軸歯車の場合と同様に、両基礎円の共通接線と歯面が交差した点にて接触し、歯先から歯元側へと移動することとなる。

平行軸歯車と異なるのは、ウォーム減速機の場合、ラック歯の進行は、ウォームの回転によって成されるので、ウォームとホイールとの噛み合いは、ウォーム前面の摺接により行われている。

ウォームの摺接と従来例の接触線とは、略同一方向であるので、接触線が歯筋方向に長いほどウォームの回転によって、潤滑材は接触範囲外へと排出されやすくなっている。

一方、ウォーム減速機は、すべり伝達であるので、一般にオイル潤滑されるのが常識であるので、潤滑材は常に補給されるが、電動パワーステアリングでは、取り扱い性や油漏れによる汚染の防止、密封部材(シール)の摺動抵抗の増加による操舵フィーリングの悪化防止などの理由により、潤滑材として、グリースが用いられている。

従って、接触面圧を低下させる従来の特開 2001-270450 号、及び特開 2002-173041 号公報の手法では、短期的には、所望の効果を得ることが出来るが、長期にわたって使用した場合、潤滑材が噛み合い範囲外に搬出されてしまうので、潤滑不良により、摩耗が急激に進むという問題点があった。

#### <発明の開示>

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであって、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにした電動パワーステアリング装置を提供することを第 1 の目的とする。

また、本発明は、特殊な形状をした歯型を用いることにより、潤滑性能を改善して摩耗耐久性を著しく向上した電動パワーステアリング装置を提供することを第 2 の目的とする。

さらに、本発明は、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの位置決めを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにした電動パワーステアリング装置を提供することを第 3 の目的とする。

上記の第 1 の目的を達成するため、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その外輪が分離可能なテーパローラ軸受、アンギュラコンタクト軸受、又は、マグネット玉軸受であることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、前記鼓型ウォームを回転自在に支

持する少なくとも一方の軸受に、その外輪に嵌合すると共に外周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、ギヤハウジングに、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ孔が形成してあることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受に、その内輪に嵌合すると共に内周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、前記鼓型ウォームに、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ面が形成してあることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その内輪の内周面をテーパ面に形成してあり、前記鼓型ウォームに、当該内輪のテーパ面に係合するテーパ面が形成してあることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、前記ウォームホイールを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その外輪が分離可能なテーパローラ軸受、アングュラコンタクト軸受、又は、マグネット玉軸受であることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置に

において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、前記ウォームホイールを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受に、その外輪に嵌合すると共に外周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、ギヤハウジングに、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ孔が形成してあることを特徴とする。

また、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、ギヤハウジングに対して芯間方向に位置が変更可能に設けてあることを特徴とする。

上記の第2の目的を達成するため、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動するウォームを嚙合させ、前記ウォームホイールの歯面と前記ウォームの歯面とが、前記ウォームの摺接方向と交差し、且つ、互いに交差する方向の第一の接触線と第二の接触線とを有し媒介歯車歯面を円錐面とする特殊形状歯型としたことを特徴とする。

尚、前記ウォームは、少なくとも歯底形状が鼓型形状に形成してあることが好ましい。

また、グリースのちょう度が385以下としたことが好ましい。

また、前記ウォームホイールの幅は、前記鼓型ウォームの最小歯底円径よりも幅広に形成したことが好ましい。

また、前記ウォームホイールの歯筋方向中央部の頂隙より、両端側の頂隙を大きくしたことが好ましい。

また、前記電動モータは、ブラシレスモータであることが好ましい。

上記の第3の目的を達成するため、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、

ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータ在ら補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォールホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させたことを特徴とする。

また、前記鼓型ウォームの嚙み合い中央部のバックラッシュに対し、前記鼓型ウォームの両端部のバックラッシュを大きくしたことが好ましい。

また、伝達トルクに応じて、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの嚙合い歯数を多くしたことが好ましい。

また、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの嚙合い歯の少なくとも一方は、弾性変形可能であることが好ましい。

また、前記ウォームホイールの少なくとも歯部は、樹脂材料から形成してあることが好ましい。

また、前記鼓型ウォームの条数は、2条以上としたことが好ましい。

また、前記鼓型ウォーム1には、各歯厚を薄くする歯厚調整加工が施されていることが好ましい。

また、前記鼓型ウォームの歯厚調整加工は、当該ウォームの軸方向の中心部から両端部へ行くほど歯厚が薄くなるような成形であることが好ましい。

また、前記鼓型ウォームの歯厚調整加工は、当該ウォームの軸方向の中心部の所定区間では加工を施せず、この区間以外の部分では、両端部へ向かうほど歯厚が薄くなる成形、又は加工を施さない区間より薄い一定の歯厚となる成形であることが好ましい。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明の参考例に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図2は、本発明の第1実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図3A-3Dは、それぞれ、本第1実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の組み付け工程を示す模式図である。

図 4 は、本発明の第 2 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 5 は、本発明の第 3 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 6 は、本発明の第 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 7 は、本発明の第 5 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 8 は、本発明の第 6 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 9 は、本発明の第 7 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 10 は、本発明の第 8 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 11A は、本発明の第 9 実施の形態に係るコラムアシスト式電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 11B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

図 12A は、本発明の第 10 実施の形態に係るコラムアシスト式電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 12B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

図 13 は、本発明第 11 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 14 は、本発明の第 12 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 15 は、本発明の第 13 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 16A - 16C は、それぞれ、本第 13 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の組み付け工程を示す模式図である。

図 17 は、本発明の第 14 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面



図である。

図 1 8 は、本発明の第 1 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の接触線状態図である。

図 1 9 は、本発明の第 1 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の頂隙およびウォーム谷径とホイール歯幅の関係図である。

図 2 0 は、本発明の第 1 5 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 2 1 A は、本発明に係るコラムアシスト岬動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 2 1 B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

図 2 2 A は、本発明に係るピニオンアシスト式電動パワーステアリング装置の部分切欠き断面を含む正面図であり、図 2 2 B は、当該パワーステアリング装置の要部を示す断面図である。

図 2 3 は、本発明の第 1 6 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 2 4 A は、図 2 3 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 2 4 B は、鼓型ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

図 2 5 A は、図 2 3 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 2 5 B は、鼓型ウォームのピッチ円包絡線とホイールのピッチ円の関係を示す模式図であり、図 2 5 C は、バックラッシュの大小を示す模式図である。

図 2 6 A は、本発明の第 1 7 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図であり、図 2 6 B は、噛合い部の拡大図である。

図 2 7 は、図 2 6 A の鼓型ウォームを示す拡大図である。

図 2 8 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（＋方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 2 8 B は、噛合い部の拡大図である。

図 2 9 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォーム軸方向（－方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 2 9 B は、噛合い部の拡大図である。

図 3 0 A は、本発明の第 1 8 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図であり、図 3 0 B は、噛合い部の拡大図である。

図 3 1 は、図 3 0 A の鼓型ウォームを示す拡大図である。

図 3 2 A は、ウォームの歯厚とウォームホイールの中心からの角度との関係を示すグラフであり、図 3 2 B は、図 3 2 A のグラフを説明する図である。

図 3 3 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォーム軸方向（＋方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 3 3 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 3 4 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（一方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 3 4 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 3 5 は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの低トルク伝達時のウォームホイールとの噛み合いを示す説明図である。

図 3 6 は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの高トルク伝達時のウォームホイールとの噛み合いを示す説明図である。

図 3 7 A は、本発明の第 1 9 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図であり、図 3 7 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 3 8 は、図 3 7 A の鼓型ウォームを示す拡大図である。

図 3 9 A は、ウォームの歯厚とウォームホイールの中心からの角度との関係を示すグラフであり、図 3 9 B は、図 3 9 A のグラフを説明する図である。

図 4 0 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（＋方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 4 0 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 4 1 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（一方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 4 1 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 4 2 A は、歯厚調整加工を施していない電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図であり、図 4 2 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 4 3 A は、歯厚調整加工を施していない鼓型ウォームの軸方向（＋方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 4 3 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 4 4 A は、歯厚調整加工を施していない鼓型ウォームの軸方向（一方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図であり、図 4 4 B は、噛み合い部の拡大図である。

図 4 5 A－4 5 B は、それぞれ、図 4 5 C に示す従来に係る電動パワーステアリング装置の接触線状態図であり、図 4 5 C は、従来に係る電動パワーステアリング装置

の縦断面図である。

図 4 6 A－4 6 B は、それぞれ、図 4 5 C に示した電動パワーステアリング装置の接触線状態図である。

図 4 7 は、従来に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 4 8 A は、図 4 7 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 4 8 B は、円筒ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

図 4 9 A－4 9 C は、それぞれ、図 4 6 に示した電動パワーステアリング装置の組み付け工程を示す模式図である。

なお、図中の符号、1 はギヤハウジング、2 は鼓型ウォーム、3 はウォームホイール、4 は電動モータ、5 は出力軸、5 a はトーションバー、6 は軸受、7 は軸受（テーパローラ軸受等）、7 a は内輪、7 b は転動体、7 c は外輪、7 d はテーパ面、8 はスナップリング、S はシム、1 0 はモータ取付孔、1 1 は軸受ホルダー、1 1 a はテーパ面、1 2 はテーパ孔、1 3 は軸受ホルダー、1 3 a はテーパ面、1 4 はテーパ面、1 5 は予圧調整螺合部材、1 6 は固定用のナット、1 7 は予圧調整板、1 8 はボルト、1 9 はナット、2 1 は軸受、2 2 は軸受（テーパローラ軸受等）、2 2 a は内輪、2 2 b は転動体、2 2 c は外輪、2 3 は軸受ホルダー、2 3 a はテーパ面、2 4 はテーパ孔、3 1 は進退自在調整螺合部材、3 2 はナット、3 3 は軸端側の取付孔、4 1 は芯間調整部材、4 2 はバネ、ゴム、及び樹脂等の弾性体、4 3 はネジ部材、4 4 はＯリング、2 0 1 はギヤハウジング、2 0 2 は鼓型ウォーム、2 0 3 はウォームホイール、2 0 4 は電動モータ、2 0 5 は出力軸、2 0 5 a はトーションバー、2 0 6 は軸受、2 0 7 は軸受（テーパローラ軸受等）、2 0 8 はスナップリング、2 0 S はシム、2 0 9 はカバー、2 1 0 はモータ取付孔、2 2 0 はウォームギヤハウジング、5 0 1 はギヤハウジング、5 0 2 は鼓型ウォーム、5 0 3 はウォームホイール、5 0 4 は電動モータ、5 0 5 は出力軸、5 0 5 a はトーションバー、5 0 6 は軸受、5 0 7 は軸受、5 0 8 はスナップリング、5 0 9 はカバー、5 1 0 はモータ取付孔である。

#### <発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置を図面を参照しつつ

説明する。

(参考例)

図 1 は、本発明の参考例に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本参考例では、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 1 内に、鼓型ウォーム 2 と、この鼓型ウォーム 2 に噛合したウォームホイール 3 とが収納してあり、ギヤハウジング 1 の側方には、鼓型ウォーム 2 を駆動する電動モータ 4 が装着してある。ウォームホイール 3 は、操舵機構の出力軸 5 (例えば、ピニオン軸、コラム軸) に嵌合してある。これにより、ステアリングホイール (図示略) に印加された操舵トルクに応じて、電動モータ 4 から補助操舵トルクを発生して、鼓型ウォーム 2 とホイール 3 により減速して、操舵機構の出力軸 5 に伝達するようになっている。なお、符号 5 a は、トーションバーを示している。

本参考例では、鼓型ウォーム 2 の場合、ピッチ円が干渉して、円筒ウォームのように組み付けられない。そのため、鼓型ウォーム 2 をホイール 3 に噛み合わせた状態において、両端側から、軸受 6, 7 を組み付けている。即ち、鼓型ウォーム 2 の両端部を回転自在に支持する軸受 6, 7 は、それぞれ、シム S やカバー 9 により調整可能に取り付けてあり、軸受 6, 7 の端面位置を、シム S やカバー 9 の端面位置等で調整して、ミスアライメントの調整を行うことができる。

しかし、本参考例では、鼓型ウォーム 2 の両端から、軸受 6, 7 のミスアライメント調整を行うことは、調整代も調整箇所も多く、極めて煩雑であり、組み付けが困難であるといったことがある。

なお、符号 8 は、スナップリングを示す。以下の全ての実施の形態において共通である。

(第 1 実施の形態)

図 2 は、本発明の第 1 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。図 3 A-D は、それぞれ、本第 1 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の組み付け工程を示す模式図である。

本第 1 実施の形態では、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 1 内に、鼓型ウォーム 2 と、この鼓型ウォーム 2 に噛合したウォームホイール 3 とが収納してあり、ギヤハウジング 1 の側方には、鼓型ウォーム 2 を駆動する電動モータ 4 が装着してある。ウ

ウォームホイール 3 は、操舵機構の出力軸 5（例えば、ピニオン軸、コラム軸）に嵌合してある。これにより、ステアリングホイール（図示略）に印加された操舵トルクに応じて、電動モータ 4 から補助操舵トルクを発生して、鼓型ウォーム 2 とホイール 3 により減速して、操舵機構の出力軸 5 に伝達するようになっている。なお、符号 5 a は、トーションバーを示している。

鼓型ウォーム 2 のモータ側端部を支持する軸受 6 は、玉軸受であり、シム S により位置調整可能に取り付けてあるが、鼓型ウォーム 2 の軸端部を支持する軸受は、外輪 7 c が分離可能であってラジアル力とスラスト力の両方を負荷できるテーパローラ軸受 7 から構成してある。

組み付けに際しては、図 3 A に示すように、鼓型ウォーム 2 に、内輪 7 a と転動体 7 b を組み付ける一方、ギヤハウジング 1 には、外輪 7 c を組み付けた状態にしておく。

次いで、図 3 B-D に示すように、ギヤハウジング 1 の鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、外輪 7 c の軌道面に沿って斜めに、鼓型ウォームを移動させて、ギヤハウジング 1 内でテーパローラ軸受 7 を組み立てるようしている。

このように、軸端側のテーパローラ軸受 7 の取り付け部を基準として製作し、位置調整を無くし、モータ取付孔 10 側の軸受 6 で与圧調整としている。与圧調整は、シム S による。

即ち、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受 7（テーパローラ軸受）との嵌め合いを鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。従って、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 10 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。

以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### （第 2 実施の形態）

図 4 は、本発明の第 2 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第 2 実施の形態では、鼓型ウォーム 2 のモータ側端部を支持する軸受 6 は、玉軸

受であり、シムSにより位置調整可能に取り付けてあるが、鼓型ウォーム2の軸端部を支持する軸受は、外輪7cが分離可能であってラジアル力とスラスト力の両方を負荷できるアンギュラコンタクト軸受7から構成してある。

組み付けに際しては、鼓型ウォーム2に、内輪7aと転動体7bを組み付ける一方、ギヤハウジング1には、外輪7cを組み付けた状態にしておく。次いで、ギヤハウジング1の鼓型ウォーム2の回転軸線に対して、外輪7cの軌道面に沿って斜めに、鼓型ウォーム2を移動させて、ギヤハウジング1内でテーパローラ軸受7を組み立てるようしている。

このように、軸端側のアンギュラコンタクト軸受7の取り付け部を基準として製作し、位置調整を無くし、モータ取付孔10側の軸受6で与圧調整としている。与圧調整は、シムSによる。即ち、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受7（アンギュラコンタクト軸受）との嵌め合いを鼓型ウォーム2の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。従って、鼓型ウォーム2をモータ取付孔10側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。以上から、鼓型ウォーム2を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム2の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

### （第3実施の形態）

図5は、本発明の第3実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第3実施の形態では、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受を深溝玉軸受7とし、この深溝玉軸受7の外輪7cには、外周面にテーパ面11aを有する筒状の軸受ホルダー11が嵌合してある。

ギヤハウジング1の端部には、軸受ホルダー11のテーパ面11aに係合するテーパ孔12が形成してある。

従って、鼓型ウォーム2の組み付け時には、ギヤハウジング1のテーパ孔12に沿って、軸受ホルダー11のテーパ面11aを摺接しながら、軸受ホルダー11を挿入する。即ち、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受7（深溝玉軸受）との嵌め合いを鼓型ウォーム2の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。よ

って、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 10 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 4 実施の形態)

図 6 は、本発明の第 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第 4 実施の形態では、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受を深溝玉軸受 7 とし、この深溝玉軸受 7 の外輪 7 c には、筒状の軸受ホルダー 11 が嵌合してある。なお、軸受ホルダー 11 のテーパ面 11 a は、軸受ホルダー 11 の略中心部から軸方向に突出してある。

ギヤハウジング 1 の端部には、軸受ホルダー 11 のテーパ面 11 a に係合するテーパ孔 12 が形成してある。

従って、鼓型ウォーム 2 の組み付け時には、ギヤハウジング 1 のテーパ孔 12 に沿って、軸受ホルダー 11 のテーパ面 11 a を摺接しながら、軸受ホルダー 11 を挿入する。即ち、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受 7 (深溝玉軸受) との嵌め合いを鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。よって、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 10 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 5 実施の形態)

図 7 は、本発明の第 5 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第 5 実施の形態では、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受を深溝玉軸受 7 とし、この深溝玉軸受 7 の内輪 7 a には、筒状の軸受ホルダー 13 (プッシュ) が嵌合してある。なお、軸受ホルダー 13 (プッシュ) の内周面には、テーパ面 13 a が形成してある。

鼓型ウォーム 2 の軸端部には、軸受ホルダー 13 (プッシュ) のテーパ面 13 a

に係合するテーパ面 1 4 が形成してある。

従って、鼓型ウォーム 2 の組み付け時には、予め、深溝玉軸受 7 と軸受ホルダー 1 3 (ブッシュ) とをギヤハウジング 1 に装着しておき、軸受ホルダー 1 3 (ブッシュ) のテーパ面 1 3 a に沿って、鼓型ウォーム 2 のテーパ面 1 4 を摺接しながら、鼓型ウォーム 2 を挿入する。

即ち、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受 7 (深溝玉軸受) との嵌め合いを鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。よって、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 1 0 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 6 実施の形態)

図 8 は、本発明の第 6 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第 6 実施の形態では、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受を深溝玉軸受 7 とし、この深溝玉軸受 7 の内輪 7 a には、テーパ面 7 d が形成してある。

鼓型ウォーム 2 の軸端部には、深溝玉軸受 7 の内輪 7 a のテーパ面 7 d に係合するテーパ面 1 4 が形成してある。

従って、鼓型ウォーム 2 の組み付け時には、予め、深溝玉軸受 7 をギヤハウジング 1 に装着しておき、深溝玉軸受 7 の内輪 7 a のテーパ面 7 d に沿って、鼓型ウォーム 2 のテーパ面 1 4 を摺接しながら、鼓型ウォーム 2 を挿入する。

即ち、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受 7 (深溝玉軸受) との嵌め合いを鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。よって、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 1 0 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 7 実施の形態)

図 9 は、本発明の第 7 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図で



ある。

本第7実施の形態では、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受を深溝玉軸受7とし、この深溝玉軸受7の内輪7aには、筒状の軸受ホルダー13（ブッシュ）が嵌合してある。なお、軸受ホルダー13（ブッシュ）の内周面には、テーパ面13aが形成してある。

鼓型ウォーム2の軸端部には、軸受ホルダー13（ブッシュ）のテーパ面13aに係合するテーパ面14が形成してある。

従って、鼓型ウォーム2の組み付け時には、予め、深溝玉軸受7と軸受ホルダー13（ブッシュ）とをギヤハウジング1に装着しておき、軸受ホルダー13（ブッシュ）のテーパ面13aに沿って、鼓型ウォーム2のテーパ面14を摺接しながら、鼓型ウォーム2を挿入する。

即ち、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受7（深溝玉軸受）との嵌め合いを鼓型ウォーム2の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしているって、鼓型ウォーム2をモータ取付孔10側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。

さらに、本第7実施の形態では、モータ取付孔10には、予圧調整螺合部材15がギヤハウジング1に螺合して軸受6を押圧するように設けてある。予圧調整螺合部材15には、固定用のナット16が螺合してある。

この予圧調整螺合部材15により、モータ側の軸受6の予圧調整を行うことができる。

以上から、鼓型ウォーム2を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム2の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### （第8実施の形態）

図10は、本発明の第8実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第8実施の形態では、鼓型ウォーム2の軸端側の軸受を深溝玉軸受7とし、この深溝玉軸受7の内輪7aには、筒状の軸受ホルダー13（ブッシュ）が嵌合してある。なお、軸受ホルダー13（ブッシュ）の内周面には、テーパ面13aが形成してあ

る。

鼓型ウォーム 2 の軸端部には、軸受ホルダー 13 (プッシュ) のテーパー面 13 a に係合するテーパー面 14 が形成してある。

従って、鼓型ウォーム 2 の組み付け時には、予め、深溝玉軸受 7 と軸受ホルダー 13 (プッシュ) とをギヤハウジング 1 に装着しておき、軸受ホルダー 13 (プッシュ) のテーパー面 13 a に沿って、鼓型ウォーム 2 のテーパー面 14 を摺接しながら、鼓型ウォーム 2 を挿入する。

即ち、鼓型ウォーム 2 の軸端側の軸受 7 (深溝玉軸受) との嵌め合いを鼓型ウォーム 2 の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。よって、鼓型ウォーム 2 をモータ取付孔 10 側から取り付けることができ、片側からミスアライメント調整を行うことができる。

さらに、本第 8 実施の形態では、軸端側の深溝玉軸受 7 には、予圧調整機構が設けてある。この予圧調整機構は、例えば、図 10 に示すように、深溝玉軸受 7 の予圧を調整するための予圧調整板 17 と、この予圧調整板 17 を押圧するためのボルト 18 と、このボルト 18 に螺合したナット 19 とからなる。

この予圧調整機構により、軸端側の深溝玉軸受 7 の予圧調整を行うことができる。

以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 9 実施の形態)

図 11 A は、本発明の第 9 実施の形態に係るコラムアシスト式電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 11 B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

図 11 A に示すコラムアシスト式電動パワーステアリング装置では、ステアリングコラムのアップーコラム 101 の車両前方側に、ローーコラム 102 が嵌合してあり、これらコラム 101, 102 内に、スプライン嵌合したステアリングシャフトのアップーシャフト 103 とローーシャフト 104 (入力軸) とが回転自在に支持してある。

ローーシャフト 104 (入力軸) の車両前方側には、出力軸 5 が連結してある。この出力軸 5 の車両前方側には、自在継手 (図示略) 等を介してステアリングギヤ (図

示略)が連結してある。

ローシャフト104(入力軸)の車両前方側には、トーションバー5aの基端が圧入固定してあり、このトーションバー5aは、中空に形成した出力軸5の内部を延在して、その先端が出力軸5の端部に固定ピン112により固定してある。

出力軸5の車両後方側には、トルクセンサー検出用の溝113が形成してあり、これらの溝113の径方向外方には、トルクセンサーのスリーブ114が配置してある。このスリーブ114は、その車両後方側端部がローシャフト104(入力軸)の車両前方側端部に加締め等により固定してある。スリーブ114の径方向外方には、コイル115や基板等が設けてある。

出力軸5には、電動モータ4の駆動軸である鼓型ウォーム2に嚙合したウォームホイール3が取り付けられている。

従って、運転者がステアリングホイール(図示略)を操舵することにより発生した操舵力は、入力軸104、トーションバー5a、出力軸5及びラックアンド、ピニオン式ステアリング装置を介して、図示しない転舵輪に伝達される。また、電動モータ4の回転力は、その鼓型ウォーム2及びウォームホイール3を介して出力軸5に伝達されるようになっており、電動モータ4の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸5に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

本第9実施形態では、出力軸5(ホイール3)を支持する一方の軸受21は、玉軸受であるが、出力軸5(ホイール3)を支持する他方の軸受22は、外輪22cが分離可能であってラジアル力とスラスト力の両方を負荷できるテーパローラ軸受22から構成してある。

組み付けに際しては、出力軸5(ホイール3)に、内輪22aと転動体22bを組み付ける一方、ギヤハウジング1には、外輪22cを組み付けた状態にしておく。

次いで、ギヤハウジング1の出力軸5(ホイール3)の回転軸線に対して、外輪22cの軌道面に沿って斜めに、出力軸5(ホイール3)を移動させて、ギヤハウジング1内でテーパローラ軸受22を組み立てるようしている。

なお、テーパローラ軸受22に代えて、その外輪が分離可能なアンギュラコンタクト軸受、又は、マグネット玉軸受を用いても良い。

(第10実施の形態)

図 1 2 A は、本発明の第 1 0 実施の形態に係るコラムアシスト式電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 1 2 B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

本第 1 0 実施の形態では、出力軸 5（ホイール 3）を支持する他方の軸受 2 2 を深溝玉軸受 2 2 とし、この深溝玉軸受 2 2 の外輪 2 2 c には、外周面にテーパ面 2 3 a を有する筒状の軸受ホルダー 2 3 が嵌合してある。

ギヤハウジング 1 には、軸受ホルダー 2 3 のテーパ面 2 3 a に係合するテーパ孔 2 4 が形成してある。

従って、出力軸 5（ホイール 3）の組み付け時には、ギヤハウジング 1 のテーパ孔 2 4 に沿って、軸受ホルダー 2 3 のテーパ面 2 3 a を摺接しながら、出力軸 5（ホイール 3）を挿入する。即ち、出力軸 5（ホイール 3）の軸受 2 2（深溝玉軸受）との嵌め合いを出力軸 5（ホイール 3）の回転軸線に対して、斜め方向から組み付けられるようにしている。

#### （第 1 1 実施の形態）

図 1 3 は、本発明の第 1 1 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

特開平 9-132154 号公報に関わる従来構造では、鼓型ウォーム組立て後、ホイールを組み付ける構造とせざるを得ないので、ホイール形状は組み込み時の干渉が無いようにヘリカルギヤ形状となってしまうので、鼓型ウォームにして噛み合噛数を多くしたにもかかわらず、鼓型ウォームとホイールの接触構は点接触となってしまうので、接触面積を大きくする効果が十分に得られなかった。

このようなことから、本第 1 1 実施の形態では、鼓型ウォーム 2 のモータ側の軸受 6 を、ラジアル荷重及び両方向スラスト荷重を受けられる 2 個の軸受構成とし、しかも、軸方向に進退自在に調整可能な構造としている。具体的には、図 1 3 に示すように、進退自在調整螺合部材 3 1 がギヤハウジング 1 に螺合して 2 個の軸受 6 を包持するように設けてある。鼓型ウォーム 2 側には、ナット 3 2 が螺合してある。

一方、軸端側の軸受 7 を、一端密閉型のニードルベアリングとして、ギヤハウジング 1 の端部に設けた取付孔 3 3 にギヤハウジング 1 の外側から装着可能で且つ密閉可能としている。

以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 1 2 実施の形態)

図 1 4 は、本発明の第 1 2 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

本第 1 2 実施形態では、鼓型ウォーム 2 のモータ側の軸受 6 を、与圧を必要としない 4 点接触玉軸受として、位置調整を不要としてある。

一方、軸端側の軸受 7 を、一端密閉型のニードルベアリングとして、ギヤハウジング 1 の端部に設けた取付孔 3 3 にギヤハウジング 1 の外側から装着可能で且つ密閉可能としている。

以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

#### (第 1 3 実施の形態)

図 1 5 は、本発明の第 1 3 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。図 1 6 A-C は、それぞれ、本第 1 3 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の組み付け工程を示す模式図である。

本第 1 3 実施の形態は、軸端側の軸受 7 は、ギヤハウジング 1 に対して芯間方向に位置が調整可能に設けてあることを特徴とする。

具体的には、軸端側の軸受 7 を、一端密閉型のニードルベアリングとし、この一端密閉型のニードルベアリング 7 には、芯間調整部材 4 1 が装着してある。芯間調整部材 4 1 には、バネ、ゴム、及び樹脂等の弾性体 4 2 を介して、ネジ部材 4 3 がギヤハウジング 1 に螺合しながら、芯間調整部材 4 1 を押圧できるように構成してある。これにより、一端密閉型のニードルベアリング 7 と芯間調整部材 4 1 とは、ホイール 3 側に向けて弾性付勢されている。

組み付けに際しては、図 1 6 A に示すように、鼓型ウォーム 2 に、一端密閉型のニードルベアリング 7 軸受を組み付けた後、一端密閉型のニードルベアリング 7 に、芯間調整部材 4 1 を装着し、ホイール 3 と干渉しないだけ芯間路離を大きくした状態で、

鼓型ウォーム 2 等をギヤハウジング 1 内に挿入する。

次いで、図 1 6 B に示すように、芯間調整部材 4 1 を押し込むことにより、鼓型ウォーム 2 及び一端密閉型のニードルベアリング 7 を、ホイール 3 に向けて噛み合わせ位置に移動させて組み付ける。同時に、モータ側の軸受 6 も組み付ける。最後に、図 1 6 C に示すように、ネジ部材 4 3 を装着する。

このように、鼓型ウォーム 2 の軸端側の一端密閉型のニードルベアリング 7 をギヤハウジング 1 に対してホイール 2 方向に移動可能とし、鼓型ウォーム 2 を一端密閉型のニードルベアリング 7 と嵌め合わせた後、ホイール 3 側に寄せられるようにし、これにより、軸端側の軸受 7 は、ギヤハウジング 1 に対して芯間方向に位置が調整可能に設けてある。

以上から、鼓型ウォーム 2 を用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォーム 2 の組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

なお、芯間調整部材 4 1 とネジ部材 4 3 との間に、緩衝用の O リング 4 4 が設けてある。

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されず、種々変形可能である。具体的には、テーパローラ軸受やアンギュラコンタクト軸受に代えて、マグネット玉軸受を用いてもよい。

#### (第 1 4 実施の形態)

図 1 7 は、本発明の第 1 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 1 8 は、本発明の第 1 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の接触線状態図である。

図 1 9 は、本発明の第 1 4 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の頂隙およびウォーム谷径とホイール歯幅の関係図である。

本第 1 4 実施の形態では、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 2 0 1 内に、鼓型ウォーム 2 0 2 と、この鼓型ウォーム 2 0 2 に噛み合わせたウォームホイール 2 0 3 とが収納してあり、ギヤハウジング 2 0 1 の側方には、鼓型ウォーム 2 0 2 を駆動する電動モータ 2 0 4 が装着してある。ウォームホイール 2 0 3 は、操舵機構の出力軸 2 0 5

(例えば、ピニオン軸、コラム軸)に嵌合してある。これにより、ステアリングホイール(図示略)に印加された操舵トルクに応じて、電動モータ204から補助操舵トルクを発生して、鼓型ウォーム202とホイール203により減速して、操舵機構の出力軸205に伝達するようになっている。なお、符号205aは、トーションバーを示している。

また、鼓型ウォーム202の場合、ピッチ円が干渉して、円筒ウォームのように組み付けられない。そのため、鼓型ウォーム202をホイール203に噛み合わせた状態において、両端側から、軸受206, 207を組み付けている。即ち、鼓型ウォーム202の両端部を回転自在に支持する軸受206, 207は、それぞれ、シム20S(モータ取付孔210側)やカバー209(軸端側)により調整可能に取り付けてあり、軸受206, 207の端面位置を、シム20Sやカバー209の端面位置等で調整して、ミスアライメントの調整を行なうことができる。なお、符号208は、スナップリングを示す下の全ての実施の形態において共通である。

本第14実施の形態では、図18に示すように、ウォーム202とホイール203の歯型をインボリュート歯型から、ホイール203の歯筋方向において、ホイール203の歯面と、ウォーム202の歯面とが、互いに交差する方向の第一の接触線と第二の接触線との2ヶ所で接触し、ウォーム202の摺接方向と交差する接触線であり、媒介歯車歯面を円錐面とする特殊形状歯型としている。

この歯型形状のウォーム減速機としては、住友重機製(商標:HIDECON)や新栄製作所(商標:HICRA)がある。これらは、一般産業用や重機械用途に使用され、オイル潤滑で用いられている。

この歯型における噛み合いは、噛み合い開始時には、ホイール203の歯筋方向の両端側かつ歯丈方向の歯先側に接触線が現れ、噛み合い終了時には、ホイール203の歯筋方向の中央部、且つ、歯丈方向の歯元側へと移動する。

二つの接触線が交差する点が限界法線点であり、これらの点を繋げた線が限界法線点曲線となる。

この歯型においては、潤滑材であるグリースは、2つの接触線によって、歯筋方向中央付近の限界法線点曲線に向かって寄せられるように噛み合うことが出来るので、潤滑材を、ホイール203外に搬出させず、歯幅内に多く保持することが可能となる。

従って、使用過程中に潤滑材を補給しない電動パワーステアリング装置においては、長期の使用における潤滑不良による耐久性の劣化を防止することが可能となる。

ウォーム 202 の摺接方向と交差した歯丈方向に向いた接触線を設けるためには、ホイール 203 の回転位置に伴って、ウォーム 202 の回転軸に対するウォーム 202 の歯面の圧力角が連続的に変化する為、鼓型形状となる。

しかし、これにより、同時接触噛合い歯数を増やす事が出来、従来例と同様に面圧を下げる効果も同時に得ることが出来、潤滑に必要な油膜も薄くすることが出来るので、さらに効果を高めることが出来る。

また、流動性の悪いちょう度 3・85 以下のグリースにおいて、その効果が更に高くなる。

さらに、接触線的作用により、ホイール 203 の歯幅中央で歯元側に寄せられたグリースは、ウォーム 202 の歯先の回転による、ウォーム 202 の歯先とホイール 203 の歯底間での相対滑り運動によって、ホイール 203 の両端側へ運ばれ、ホイール 203 の回転により歯先側に戻されて、循環する。

しかし、図 18 に示すように、ウォーム 202 の歯先とホイール 203 の歯底との頂隙が一定であると、グリースの粘性によりウォーム 202 の回転運動でホイール 203 の歯面外に運ばれてしまう量も多くなる。

従って、図 19 に示すように、頂隙 ( $\delta 1$ ,  $\delta 2$ ) をホイール 203 の端部に近づくに従い、大きくすることで、粘性抵抗によるグリースの移動力を両端に近づくほど小さく出来、グリースをホイール 203 の歯幅外に運び出される量を少なく出来、より効果的にグリースをホイール 203 の歯幅内に留め置くこと出来る。

また、ホイール 203 の歯幅内に保持されるグリース量を多くする (ホイール 203 外に運ばれる量を減らす) 為に、ホイール 203 の歯幅はウォーム 202 の最小歯溝径より大であることが望ましい。

#### (第 15 実施の形態)

図 20 は、本発明の第 15 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

上記第 14 実施の形態に対し、本第 15 実施の形態は、図 20 に示すように、ウォーム 220 の歯先側を円筒形状にしたものである。



上記第 1 4 実施の形態においては、鼓型ウォーム 2 0 2 の両端が大径となり、ギヤハウジング 2 0 1 が大型となり、組み付け性も悪くなる。また、ホイール 2 0 3 の歯筋方向両端且つ歯先側なるほどグリースの循環が難しくなる。

しかし、本第 1 5 実施の形態では、図 2 0 に示すように、ウォーム 2 2 0 の歯先側を円筒形状にすることで、ホイール 2 0 3 の両端且つ歯先側の噛み合いを低減することが出来、耐久性を更に向上させることが出来る。

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されず、種々変形可能である。例えば、EPS の種類として、図 2 1 A に示すように、コラムアシスト式（モータの回転力を減速機で減速してコラム軸を動力付勢するもの）であってもよく、また、図 2 2 A に示すように、ピニオンアシスト式（モータの回転力を減速機で減速してピニオン軸を動力付勢するもの）であってもよい。

即ち、図 2 1 A は、本発明に係るコラムアシスト式電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 2 1 B は、当該装置のウォームギヤ機構の要部を示す断面図である。

図 2 1 A に示すコラムアシスト式電動パワーステアリング装置では、ステアリングコラムのアップーコラム 3 0 1 の車両前方側に、ローーコラム 3 0 2 が嵌合しており、これらコラム 3 0 1、3 0 2 内に、スプライン嵌合したステアリングシャフトのアップーシャフト 3 0 3 とローーシャフト 3 0 4（入力軸）とが回転自在に支持してある。

ローーシャフト 3 0 4（入力軸）の車両前方側には、出力軸 2 0 5 が連結してある。この出力軸 2 0 5 の車両前方側には、自在継手（図示略）等を介してステアリングギヤ（図示略）が連結してある。

ローーシャフト 3 0 4（入力軸）の車両前方側には、トーションバー 2 0 5 a の基端が圧入固定してあり、このトーションバー 2 0 5 a は、中空に形成した出力軸 2 0 5 の内部を延在して、その先端が出力軸 2 0 5 の端部に固定ピン 3 1 2 により固定してある。

出力軸 2 0 5 の車両後方側には、トルクセンサー検出用の溝 3 1 3 が形成してあり、これらの溝 3 1 3 の径方向外方には、トルクセンサーのスリーブ 3 1 4 が配置してある。このスリーブ 3 1 4 は、その車両後方側端部がローーシャフト 3 0 4（入力軸）の車両前方側端部に加締め等により固定してある。スリーブ 3 1 4 の径方向外方には、

コイル 3 1 5 や基板等が設けてある。

出力軸 2 0 5 には、電動モータ 2 0 4 の駆動軸である鼓型ウォーム 2 0 2 に噛合したウォームホイール 2 0 3 が取り付けられている。

従って、運転者がステアリングホイール（図示略）を操舵することにより発生した操舵力は、入力軸 3 0 4、トーションバー 2 0 5 a、出力軸 2 0 5 及びラックアンドピニオン式ステアリング装置を介して、図示しない転舵輪に伝達される。また、電動モータ 2 0 4 の回転力は、その鼓型ウォーム 2 0 2 及びウォームホイール 2 0 3 を介して出力軸 2 0 5 に伝達されるようになっており、電動モータ 2 0 4 の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸 2 0 5 に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

また、図 2 2 A は、本発明に係るピニオンアシスト式電動パワーステアリング装置の部分切欠き断面を含む正面図であり、図 2 2 B は、当該パワーステアリング装置の要部を示す断面図である。

ピニオンアシスト式電動パワーステアリング装置では、ローシャフト 4 0 1（入力軸）の車両前方側には、出力軸 2 0 5（ピニオン軸）が連結してある。この出力軸 2 0 5（ピニオン軸）には、ステアリングギヤのラック 4 0 2 が噛合してある。ラック 4 0 2 は、弾性体 4 0 3 等により出力軸（ピニオン軸） 2 0 5 に向けて弾性的に付勢して常時押圧してある。

出力軸 2 0 5 には、トーションバー 2 0 5 a の基端が圧入固定してあり、このトーションバー 2 0 5 a は、中空に形成した入力軸 4 0 1 の内部を延在して、その先端が入力軸 4 0 1 の端部に固定してある。

入力軸 4 0 1 の車両前方側には、トルクセンサー検出用の溝 4 0 4 が形成してあり、これらの溝 4 0 4 の径方向外方には、トルクセンサーのスリーブ 4 0 5 が配置してある。スリーブ 4 0 5 の径方向外方には、コイル 4 0 6 や基板等が設けてある。

出力軸 2 0 5 には、電動モータ 2 0 4 の駆動軸である鼓型ウォーム 2 0 2 に噛合したウォームホイール 2 0 3 が取り付けられている。

従って、運転者がステアリングホイール（図示略）を操舵することにより発生した操舵力は、入力軸 4 0 1、トーションバー 2 0 5 a、出力軸 2 0 5、ラックアンドピニオン式ステアリング装置、及びタイロッド 4 0 6 等を介して、図示しない転舵輪に

伝達される。また、電動モータ 204 の回転力は、そのウォーム 202 及びウォームホイール 203 を介して出力軸 205 に伝達されるようになっており、電動モータ 204 の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸 205 に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

また、本発明では、電動モータ 204 の種類としては、直流ブラシモータであってもよく、ブラシレスモータがあってもよい。

ブラシレスモータにおいては、ブラシモータに比べて更に本発明の効果を高く保持することができる。

即ち、ブラシモータに比べてブラシによる抵抗が無い分、効率がよく、ブラシレスモータは、内部抵抗を下げられるので、高回転型モータとして効率を更に高めているが、減速機のウォーム 202 (220) の回転数が早くなり、ウォームホイール 203 との摺動速度が大きくなる。このため、ブラシレスモータを電動モータとして使用した場合、グリース切れによる耐久性の低下は顕著となるので、本発明の効果は、更に高くなる。

また、上記第 1 及び第 15 実施の形態では、ウォーム 202 (220) は、2 条として記載しているが、3 条、又は、1 条であっても、その効果は何ら変わらない。

#### (第 16 実施の形態)

図 23 は、本発明の第 16 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

図 24 A は、図 23 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 24 B は、鼓型ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

図 25 A は、図 23 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 25 B は、鼓型ウォームのピッチ円包絡線とホイールのピッチ円の関係を示す模式図であり、図 25 C は、バックラッシュの大小を示す模式図である。

図 23 に示すように、本第 16 実施の形態では、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 501 内に、鼓型ウォーム 502 と、この鼓型ウォーム 502 に嚙合したウォームホイール 503 とが収納してあり、ギヤハウジング 501 の側方には、鼓型ウォーム 502 を駆動する電動モータ 504 が装着してある。ウォームホイール 503 は、操舵機構の出力軸 505 (例えば、ピニオン軸、コラム軸) に嵌合してある。これによ

り、ステアリングホイール（図示略）に印加された操舵トルクに応じて、電動モータ 504 から補助操舵トルクを発生して、鼓型ウォーム 502 とホイール 503 により減速して、操舵機構の出力軸 505 に伝達するようになっている。なお、符号 505a は、トーションバーを示している。

また、鼓型ウォーム 502 の場合、ピッチ円が干渉して、円筒ウォームのように組み付けられない。そのため、鼓型ウォーム 502 をホイール 503 に噛み合わせた状態において、両端側から、軸受 506, 507 を組み付けている。即ち、鼓型ウォーム 502 の両端部を回転自在に支持する軸受 506, 507 は、それぞれ、スナップリング 508（モータ取付孔 510 側）やカバー 509（軸端側）により調整可能に取り付けてあり、軸受 506, 507 の端面位置を、スナップリング 508 やカバー 509 の端面位置等で調整して、ミスアライメントの調整を行うことができる。

ところで、図 24B に示すように、鼓型ウォーム 502 の場合には、食い違い軸であるホイール 503 の回転軸と、鼓型ウォーム 502 の回転軸との距離は、両軸の垂線の足の長さ（芯間距離）を最短として、ホイール 503 の回転位相に伴って増加する。

ホイール 503 のピッチ円半径を  $R$ 、鼓型ウォーム 502 の垂線の足からの距離を  $X$  とすると、鼓型ウォーム 502 のピッチ円半径の増加量  $\delta$  は

[数 2]

$$\sigma = R - \sqrt{R^2 - X^2}$$

となる。

この為、鼓型ウォーム 502 のピッチ円径は、垂線の足の位置（ $X=0$ ）を最小径として、鼓型ウォーム 502 の軸線方向に離れるに従い対称形状で連続的に大径となっている。

一方、図 25B に示すように、鼓型ウォーム 502 のピッチ円半径の増加量  $\delta 1$ 、鼓型ウォーム 502 のピッチ円径の包絡線の曲率を  $R1$  とした時に、 $R1 > R$  : ホイール 503 のピッチ円半径とし、

[数 3]

$$\sigma 1 = R1 - \sqrt{R1^2 - X^2} < \sigma$$

となるようにしている。但し、 $R_1$ は、定数でも、 $\delta_1$ 値が任意の $X$ の増加に応じて塔大するような関数であってもよい。

鼓型ウォーム502の位置ズレによる、ホイール503のピッチ円と、鼓型ウォーム502のピッチ円との干渉は、鼓型ウォーム502の中央部ではきわめて小さく、両端側ほど多くなる。

図25Bに示すように、鼓型ウォーム502のピッチ円を繋げた包絡線の曲率をホイール503のピッチ円半径よりも大とすれば、図25Cに示すように、鼓型ウォーム502の最小バックラッシュは、大きくすること無く、鼓型ウォーム502の両端側のバックラッシュを大きくすることが出来る。

従って、バックラッシュに起因する歯面の打音を大きくすること無く、ミスアライメントによる歯面の干渉を防止することが出来、調整作業の公差を緩和できるので生産性を向上させることが出来る。

また、ホイール503の少なくとも歯部を合成樹脂製とすることにより、撓み易くし、伝達トルクに応じて、ホイール503と、鼓型ウォーム502との噛み合い歯数を順次、増加させることが出来る。

従って、伝達トルクに応じて増加する接触面圧の増加を、負荷圏を広げることで、小さく抑えることができ、摩耗耐久性を向上させることが出来る。

さらに、鼓型ウォーム502の条数を多条化すると、全負荷時噛み合い歯数が大きくなるので、伝達トルクに応じた負荷圏の広がりを円滑に繋げることが出来、面圧の増加さらに滑らかにすることで、摩耗耐久性を向上させることが出来る。

また、鼓型ウォーム502の場合、ピッチ円が干渉するので、円筒ウォームのように組み付けられないので、鼓型ウォーム502をホイール503に噛み合わせた状態で両端側から軸受けを組み付ける。軸受506の端面位置をスナップリング508等で調整して、ミスアライメントの調整を行う。

また、上記EPSの鼓型ウォームを用いた減速機においては、円筒ウォームを用いた減速機に比較して、鼓型ウォームの軸方向の組み立て誤差による影響が大きくなる。円筒ウォームは、ウォーム軸方向位置によって噛み合いは変わらないが、鼓型ウォームはウォーム軸方向組み立て誤差が大きいと、ウォームとウォームホイールの噛み合いにおいて、全く余裕が無くなって駆動力を弱める摩擦抵抗が発生する、即ち、競り

が発生する部分が出るという問題点が考えられる。

例えば、図 4 2 A に示した鼓型ウォーム 5 0 2 とウォームホイール 5 0 3 の噛み合いにおいては、図 4 2 B から明らかなように、競りは発生していない。しかし、図 4 3 A に示すように、ウォームホイール 5 0 3 の軸中心から図中右方向を + 方向、図中左方向を - 方向とすると、鼓型ウォーム 5 0 2 の軸方向の取り付け位置が + 方向にずれる組み立て誤差  $d$  が生じると、図 4 3 B に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 とウォームホイール 5 0 3 の噛み合いに競りが発生（P で示す部分）し、ウォーム 5 0 2 の中央から一方向にいくほどその影響は大きくなる。

同様に、図 4 4 A に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 の軸方向の取り付け位置が - 方向にずれる組み立て誤差  $d$  が生じると、図 4 4 B に示すように、噛み合いに競りが発生（P で示す部分）し、ウォーム 5 0 2 の中央から - 方向にいくほどその影響は大きくなる。

このように、鼓型ウォーム 5 0 2 とウォームホイール 5 0 3 の間で競りが発生すると、それが減速機の作動不良、効率低下等の原因となって EPS の作動効率の低下につながり、結果としてハンドル戻りが悪くなるという不具合も生じる。

そこで、以下に述べる本発明の実施形態では、鼓型ウォームを用いた減速機のウォーム軸方向組み立て誤差によって生じる競り等の影響を極力抑えることができる電動パワーステアリング装置を提供する。

#### （第 1 7 実施の形態）

図 2 6 A は、本発明の第 1 7 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図、図 2 6 B は、噛み合い部の拡大図、図 2 7 は、図 2 6 A、2 6 B の鼓型ウォームを示す拡大図である。

図 2 6 A に示すように、本第 1 7 実施の形態は、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 5 0 1 内に、鼓型ウォーム 5 0 2 と、この鼓型ウォーム 5 0 2 に噛み合ったウォームホイール 5 0 3 とが収納してあり、ギヤハウジング 5 0 1 の側方には、鼓型ウォーム 5 0 2 を駆動する電動モータ 5 0 4 が装着してある。鼓型ウォーム 5 0 2 は、ギヤハウジング 5 0 1 内に固定された軸受 5 0 6、5 0 7 を介してハウジング 1 内に回転自在に取り付けられている。ウォームホイール 5 0 3 は、操舵機構の出力軸 5 0 5（例えば、ピニオン軸、コラム軸）に外嵌・固定され、この出力軸 5 0 5 はトーションバ

ー505aを内嵌している。

この構成により、図示しないステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータ504の駆動力を鼓型ウォーム502とウォームホイール503により減速した補助操舵トルクを発生して、操舵機構の出力軸505に伝達するようになっている。

また、鼓型ウォーム502の場合、ピッチ円が干渉して円筒ウォームのように組み付けられない。そのため、鼓型ウォーム502をウォームホイール503に噛み合わせた状態において、両端側から軸受506、507を組み付けている。即ち、軸受506、507は、それぞれスナップリング508（モータ取付孔510側）やカバー509（軸端側）により調整可能に取り付けてあり、軸受506、507の端面位置をスナップリング508やカバー509の端面位置等で調整して、ミスアライメントの調整を行えるようになっている。

この鼓型ウォーム502は、図27にも示すように、波線で示す形状から、歯厚調整加工を施して各歯厚を微小量削減して薄くし、実線で示す形状に成形したものである。

図26Aにおいて、ウォームホイール503は、ウォーム502の正作動による入力でCCW回転（反時計回り）している状態を表しており、図26Bに示すように、ウォーム502とウォームホイール503の噛み合いにおいて、この状態では全体的に競りは発生していない。

図27Aは、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（＋方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図27Bは、噛合い部の拡大図、図28Aは、歯厚調整加工を施した鼓型ウォーム軸方向（－方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図28Bは、噛合い部の拡大図である。

上記の構成において、減速機（ウォームギヤ機構）の組み立ての際、鼓型ウォーム502の軸方向の組み立て誤差が生じた場合、例えば、図28Aに示すように、ウォームホイール503の軸中心から図中右方向を＋方向、図中左方向を－方向とすると、鼓型ウォーム502の軸方向の取り付け位置が＋方向にdだけずれる組み立て誤差が生じて、図28Bに示すように、鼓型ウォーム502とウォームホイール503の噛み合いにおいて、図43Bの例の場合、ウォーム502の中央から－方向にいく

ほど大きく影響が出ていた競りを最小限度に抑えることができる。

同様に、図 29 A に示すように、鼓型ウォーム 502 の軸方向の取り付け位置が一方方向にずれる、組み立て誤差  $d$  が生じて、図 29 B に示すように、噛み合いにおいて、図 44 B の例の場合、ウォーム 502 の中央から十方向にいくほどその影響が出ていた競りを最小限度に抑えることができる。

したがって、減速機の組み立てにおいて、鼓型ウォーム 502 の軸方向組み立て誤差が生じることがあっても、鼓型ウォーム 502 には歯厚調整加工が施されているので、ウォーム 502 とウォームホイール 503 の噛み合いにおいて競りが発生するのを極力抑えることができ、減速機の作動不良や効率低下等を抑えることができる。

#### (第 18 実施の形態)

次に、本発明の第 18 実施の形態について、図 30 A ～図 34 B を参照して説明する。

図 30 A は、本第 18 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図、図 30 B は、噛み合い部の拡大図、図 31 は、図 30 A の鼓型ウォームを示す拡大図である。

本第 18 実施の形態は、上記第 17 実施の形態と略同様であって、同一部材及び部分に唇同一番号を付しており、重複する説明は省略する。異なっているのは、図 30 A 及び図 31 に示すように、鼓型ウォーム 502 の歯厚調整加工は、その軸方向中心部から両端部へいくにしたがって歯厚を徐々に薄くしている点である。図 31 に示すように、鼓型ウォーム 502 は、波線で示す歯厚形状から、歯厚調整加工により実線で示す形状へ成形している。同図において、鼓型ウォーム 502 の中央部はほとんど加工せず、あるいは微小量だけの加工とし、両端部の歯ほど削減量を増やしている。

図 30 A において、ウォームホイール 503 は、ウォーム 502 の正作動による入力で CCW 回転（反時計回り）している状態を表しており、図 30 B に示すように、ウォーム 502 とウォームホイール 503 の噛み合いにおいて、この状態では全体的に競りは発生していない。

図 32 A は、ウォームの歯厚とウォームホイールの中心からの角度との関係を示すグラフ、図 32 B は、グラフを説明する図である。

図 32 B に示すように、ウォームホイール 503 の中心及びウォーム 502 の軸方



向の中心を通る直線をLとすると、ウォーム502における直線Lを中心とする図中左右方向の位置を、この位置とウォームホイール503の中心を通るもう一つの直線Mと、直線Lとのなす角度 $\theta$ で表す。この場合、図32Aのグラフは、鼓型ウォーム502の歯厚は、 $|\theta|$ が大きくなるにしたがって、即ち、両端部へ行くにしたがって徐々に小さくなっていることを示している。同図において、波線は $|\theta|$ が大きくなるほど歯厚は徐々に小さくなる型、2点鎖線は $|\theta|$ が大きくなるほど歯厚の減少の割合が大きくなる型、実線は $|\theta|$ が大きくなるのに比例して歯厚が減少する型、をそれぞれ示している。

図33Aは、歯厚調整加工を施した鼓型ウォーム軸方向（+方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図33Bは、噛み合い部の拡大図、図34Aは、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（一方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図34Bは、噛み合い部の拡大図である。

上記の構成において、減速機の組み立ての際、鼓型ウォーム502の軸方向の組み立て誤差が生じた場合、例えば、図33Aに示すように、鼓型ウォーム502の軸方向の取り付け位置が+方向に $d$ だけずれる組み立て誤差が生じてても、図33Bに示すように、鼓型ウォーム502とウォームホイール503の噛み合いにおいて、図42Bに示す例の場合、ウォーム502の中央から一方向にいくほど大きく影響が出ているのに対応して競りを緩和し、抑えることができる。

同様に、図34Aに示すように、鼓型ウォーム502の軸方向の取り付け位置が一方向にずれる組み立て誤差 $d$ が生じてても、図34Bに示すように、噛み合いにおいて図43Bの例の場合、ウォーム502の中央から+方向にいくほど大きく影響が出ているのに対応して競りを緩和することができる。

したがって、第17実施の形態と同様に、競りに起因する減速機の作動不良や効率低下等を抑えることができる。また、ウォーム502の中心部では軸方向の組み立て誤差の影響は少ないので、本第18実施の形態のように、ウォーム502中心部での歯厚加工を両端側よりも少なくすることによって、歯厚調整加工によるバックラッシュ量の増加を抑えることができる。

さらに、図35は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの低トルク伝達時のウォームホイールとの噛み合いを示す説明図、図36は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォー

ムの高トルク伝達時のウォームホイールとの噛み合いを示す説明図である。

減速機における低トルク伝達時には、図 3 5 に示すように、ウォーム 5 0 2 の中心部の歯のみウォームホイール 5 0 3 と噛み合うという少ない噛み合い量でトルクを伝達することができ、高トルク伝達時には、図 3 6 に示すように、ウォームホイール 5 0 3 が擁むため、ウォーム 5 0 2 のすべての歯でウォームホイール 5 0 3 と噛み合うという大きい噛み合い量でトルクを伝達することができる。このように、トルクに応じた噛み合い量で伝達することができるので、常に大きい噛み合い量で伝達するのに比べて、強度を維持しながらも伝達効率を向上させることができるという効果も期待することができる。

#### (第 1 9 実施の形態)

次に、本発明の第 1 9 実施の形態について、図 3 7 A ～図 4 1 B を参照して説明する。

図 3 7 A は、本第 1 9 実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の鼓型ウォーム減速機を示す軸方向断面図、図 3 7 B は、噛合い部の拡大図、図 3 8 は、図 3 7 A の鼓型ウォームを示す拡大図である。

本第 1 9 実施の形態は、上記第 1 8 実施の形態と略同様であって、同一部材及び部分には同一番号を付しており、重複する説明は省略する。図 3 7 A 及び図 3 8 に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 の歯厚調整加工は、その軸方向中心部から両端部へ行くにしたがって歯厚を徐々に薄くしているのは第 1 8 実施の形態と同様であるが、異なっているのは、鼓型ウォーム 5 0 2 の中央部の所定区間には歯厚調整加工を施していない点である。図 3 8 に示す鼓型ウォーム 5 0 2 おいて、波線で示す歯厚形状から実線で示す形状へ歯厚調整加工を実施している。同図において、ウォーム 5 0 2 の中央部の区間 W には加工を施さず、それ以外の区間では両端部へ行くほど歯厚を薄くする加工量を増やしている。

図 3 7 A において、ウォームホイール 5 0 3 は、ウォーム 5 0 2 の正作動による入力で CCW 回転（反時計回り）している状態を表しており、図 3 7 B に示すように、ウォーム 5 0 2 とウォームホイール 5 0 3 の噛み合いにおいて、この状態では全体的に競りは発生していない。

図 3 9 A は、ウォームの歯厚とウォームホイールの中心からの角度との関係を示す

グラ、図 3 9 B は、グラフを説明する図である。

図 3 9 B に示すように、ウォームホイール 5 0 3 の中心とウォーム 5 0 2 の中心を通る直線

L に対する図中左右方向のウォーム 5 0 2 上の位置を、この位置とウォームホイール 5 0 3 の中心を通るもう一つの直線 M と、直線 L とのなす角度  $\theta$  で表すと、図 3 9 A のグラフでは、鼓型ウォーム 5 0 2 の歯厚は、 $|\theta|$  が所定範囲である中央部の区間 W では歯厚調整加工を全く施していないので一定となり、 $|\theta|$  がさらに大きくなる範囲では歯厚が徐々に小さくなっていることを示している。同図において、波線は、 $|\theta|$  が区間 W を越える範囲で大きくなるほど歯厚は徐々に小さくなる型、2 点鎖線は、 $|\theta|$  が区間 W を越える範囲で大きくなるほど歯厚の減少の度合いが大きくなる型、実線は  $|\theta|$  が区間 W を越える範囲で大きくなるのに比例して歯厚が減少する型、太い波線は、 $|\theta|$  が区間 W を越える範囲では歯厚が小さくなって一定の薄さが保たれる型をそれぞれ示している。

図 4 0 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（+方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図 4 0 B は、噛み合い部の拡大図、図 4 1 A は、歯厚調整加工を施した鼓型ウォームの軸方向（-方向）組み立て誤差有りの減速機を示す軸方向断面図、図 4 1 B は、噛み合い部の拡大図である。

上記の構成において、減速機の組み立ての際、鼓型ウォーム 5 0 2 の軸方向の組み立て誤差が生じた場合、例えば、図 4 0 A に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 の軸方向の取り付け位置が + 方向に  $d$  だけずれる組み立て誤差が生じて、図 4 0 B に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 とウォームホイール 5 0 3 の噛み合いにおいて、図 4 3 B の例の場合、ウォーム 5 0 2 の中央から一方向にいくほど大きく影響が出ていたのに対応して競りを緩和し、抑えることができる。

同様に、図 4 1 A に示すように、鼓型ウォーム 5 0 2 の軸方向の取り付け位置が一方向にずれる組み立て誤差  $d$  が生じて、図 4 1 B に示すように、噛み合いにおいて図 4 4 B の例の場合、ウォーム 5 0 2 の中央から + 方向にいくほど大きく影響が出ていたのに対応して競りを緩和することができる。

したがって、第 1 7 実施の形態と同様に、競りに起因する減速機の作動不良や効率低下等を抑えることができる。また、ウォーム 5 0 2 の中心部では軸方向の組み立て

誤差の影響は少ないので、本第19実施の形態のように、ウォーム502中心部に歯厚調整加工を施さない区間Wを設けることによって、歯厚調整加工によるバックラッシュ量の増加を抑えることができる。

さらに、減速機での低トルク伝達時には、図35に示すように、歯厚調整加工をしていない区間の歯のみウォームホイール503と噛み合うという少ない噛み合い量でトルクを伝達することができ、高トルク伝達時には、図36に示すように、ウォームホイール503が携むため、歯厚調整加工をした区間を含む全ての歯でウォームホイール503と噛み合うという大きい噛み合い量でトルクを伝達することができる。このように、トルクに応じた噛み合い量で伝達することができるので、強度を維持しながらも伝達効率を向上させることができるという効果も期待することができる。

第17～第19実施の形態によれば、鼓型ウォームに歯厚調整加工を施すことにより、鼓型ウォームとウォームホイールとの噛み合いに競りが発生するのを抑えることができ、ウォームギヤ機構の作動不良、効率低下等を抑えることができる。

また、鼓型ウォームの軸方向の中心部から両端部へ行くほど歯厚が薄くなるように成形することにより、減速機での低トルク伝達時には、少ない噛み合い量でトルクを伝達することができ、高トルク伝達時には、ウォームホイールが擁むため、大きい噛み合い量でトルクを伝達することができるので、強度を維持しながらも伝達効率を向上させることができる。

なお、上記第14～第19実施の形態の構造は、第1～第13実施の形態の構造と組み合わせることも可能であり、これにより、鼓型ウォームの組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の主旨と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明

本出願は、2003年6月25日出願の日本特許出願（特願2003-181517）、2003年6月25日出願の日本特許出願（特願2003-181523）、2003年6月25日出願の日本特許出願（特願2003-181529）、2003年11月21日出願の日本特許出願（特願2003-392623）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

### ＜産業上の利用可能性＞

以上説明したように、本発明によれば、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの組み付けを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行うことができる。

また、本発明によれば、特殊な形状をした歯型を用いることにより、潤滑性能を改善して摩耗耐久性を著しく向上した電動パワーステアリング

装置を提供することができ。

さらに、本発明によれば、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの位置決めを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにすることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その外輪が分離可能なテーパローラ軸受、アングュラコンタクト軸受、又は、マグネット玉軸受であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

2. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受に、その外輪に嵌合すると共に外周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、

ギヤハウジングに、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ孔が形成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

3. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受に、その内輪に嵌合すると共に内周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、

前記鼓型ウォームの軸端部に、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ面が形成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

4. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補

助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その内輪の内周面をテーパ面に形成してあり、

前記鼓型ウォームに、当該内輪のテーパ面に係合するテーパ面が形成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

5. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記ウォームホイールを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、その外輪が分離可能なテーパローラ軸受、アンギュラコンタクト軸受、又は、マグネット玉軸受であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

6. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させ、

前記ウォームホイールを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受に、その外輪に嵌合すると共に外周面にテーパ面を有する軸受ホルダーが設けてあり、

ギヤハウジングに、当該軸受ホルダーのテーパ面に係合するテーパ孔が形成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

7. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータ

タにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させ、

前記鼓型ウォームを回転自在に支持する少なくとも一方の軸受は、ギヤハウジングに対して芯間方向に位置が変更可能に設けてあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

8. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動するウォームを嚙合させ、

前記ウォームホイールの歯面と前記ウォームの歯面とが、前記ウォームの摺接方向と交差し、且つ、互いに交差する方向の第一の接触線と第二の接触線とを有し媒介歯車歯面を円錐面とする特殊形状歯型としたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

9. 前記ウォームは、少なくとも歯底形状が鼓型形状に形成してあることを特徴とする請求項8に記載の電動パワーステアリング装置。

10. グリースのちょう度が385以下としたことを特徴とする請求項8又は9に記載の電動パワーステアリング装置。

11. 前記ウォームホイールの幅は、前記鼓型ウォームの最小歯底円径よりも幅広に形成したことを特徴とする請求項10に記載の電動パワーステアリング装置。

12. 前記ウォームホイールの歯筋方向中央部の頂隙より、両端側の頂隙を大きくしたことを特徴とする請求項10又は11に記載の電動パワーステアリング装置。

13. 前記電動モータは、ブラシレスモータであることを特徴とする請求項10乃至12の何れか1項に記載の電動パワーステアリング装置。

14. ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを嚙合させたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。



15. 前記鼓型ウォームの噛み合い中央部のバックラッシュに対し、前記鼓型ウォームの両端部のバックラッシュを大きくしたことを特徴とする請求項14に記載の電動パワーステアリング装置。

16. 伝達トルクに応じて、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛合い歯数を多くしたことを特徴とする請求項14又は15に記載の電動パワーステアリング装置。

17. 前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛合い歯の少なくとも一方は、弾性変形可能であることを特徴とする請求項16に記載の電動パワーステアリング装置。

18. 前記ウォームホイールの少なくとも歯部は、樹脂材料から形成してあることを特徴とする請求項17に記載の電動パワーステアリング装置。

19. 前記鼓型ウォームの条数は、2条以上としたことを特徴とする請求項18に記載の電動パワーステアリング装置。

20. 前記鼓型ウォームには、各歯厚を薄くする歯厚調整加工が施されていることを特徴とする請求項14に記載の電動パワーステアリング装置。

21. 前記鼓型ウォームの歯厚調整加工は、当該ウォームの軸方向の中心部から両端部へ行くほど歯厚が薄くなるような成形であることを特徴とする請求項20に記載の電動パワーステアリング装置。

22. 前記鼓型ウォームの歯厚調整加工は、当該ウォームの軸方向の中心部の所定区間では加工を施さず、この区間以外の部分では、両端部へ向かうほど歯厚が薄くなる成形、又は加工を施さない区間より薄い一定の歯厚となる成形であることを特徴とする請求項20又は21に記載の電動パワーステアリング装置。

図 1

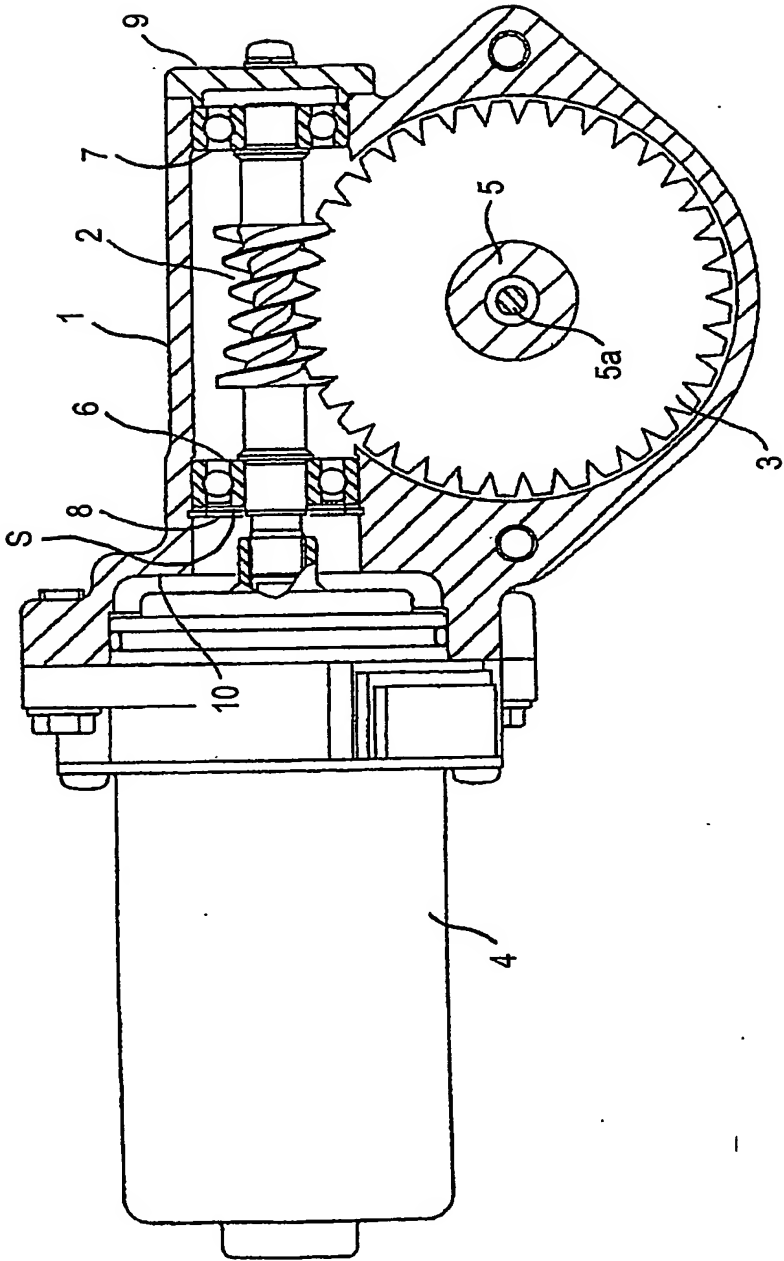


図 2

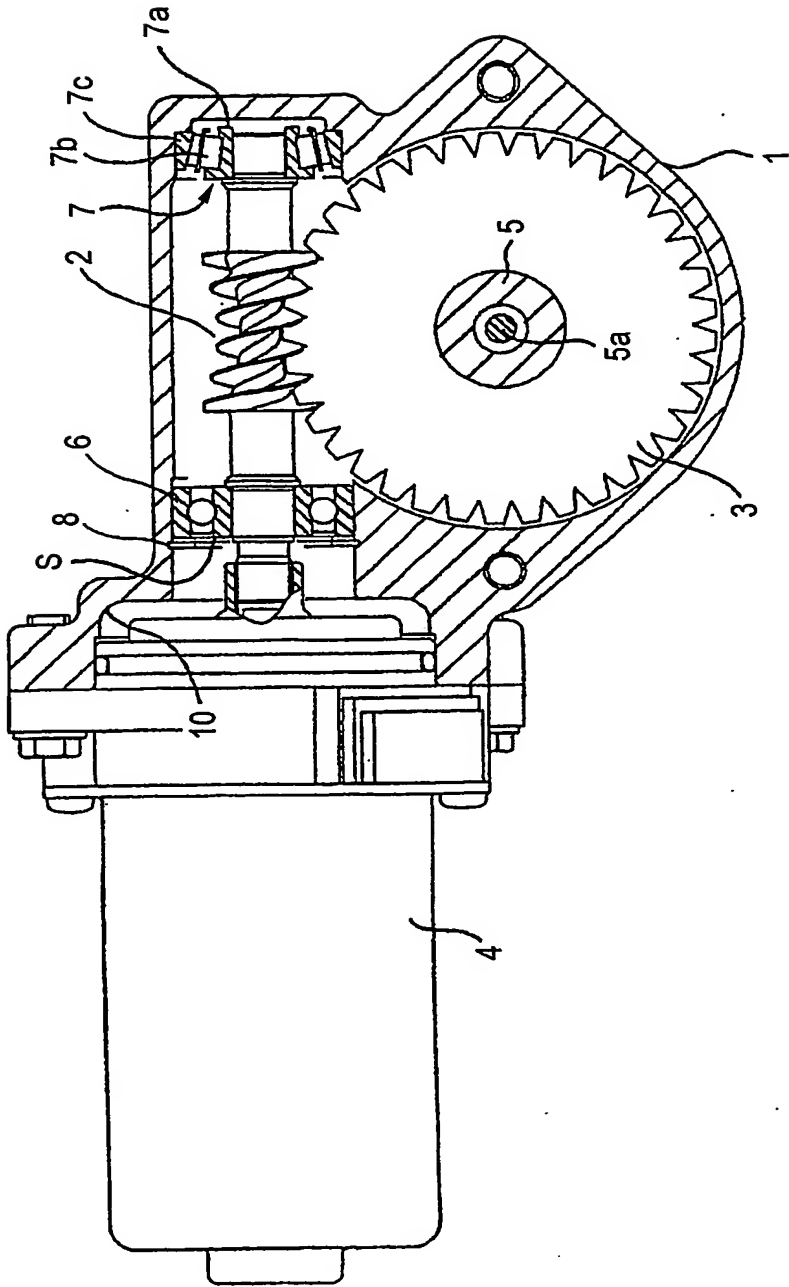


図 3 D

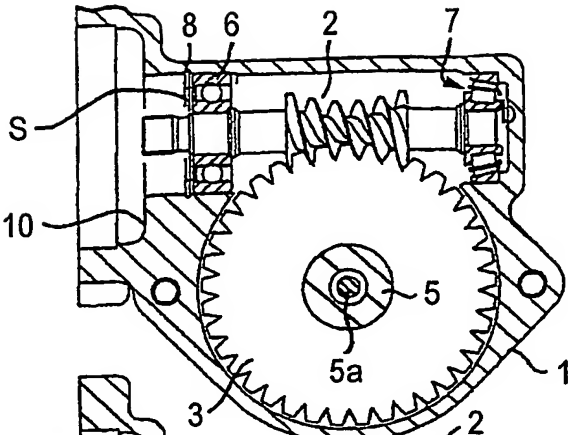


図 3 C

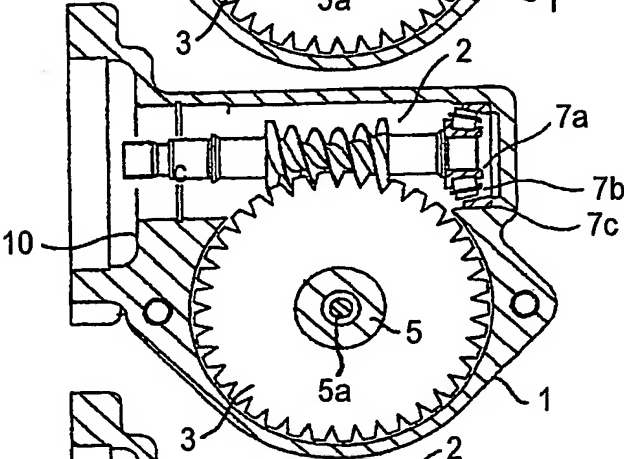


図 3 B

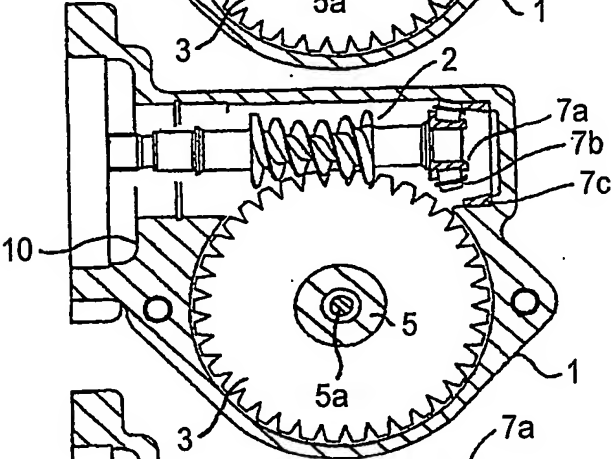


図 3 A

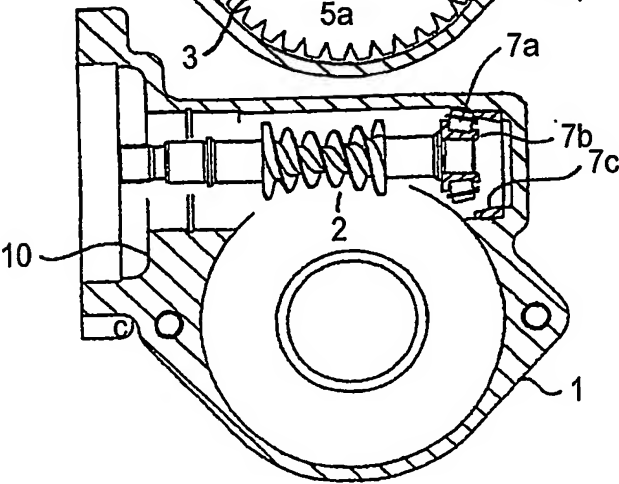


図 4

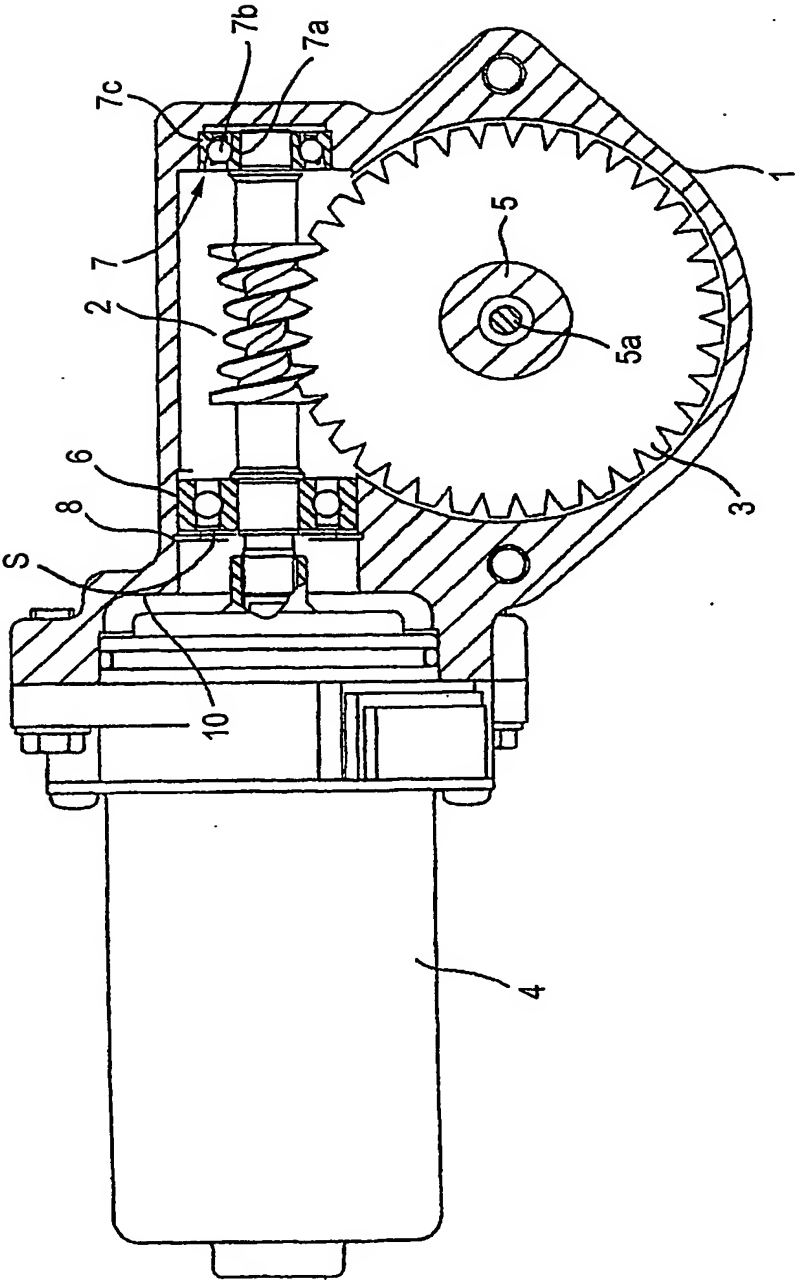


図 5

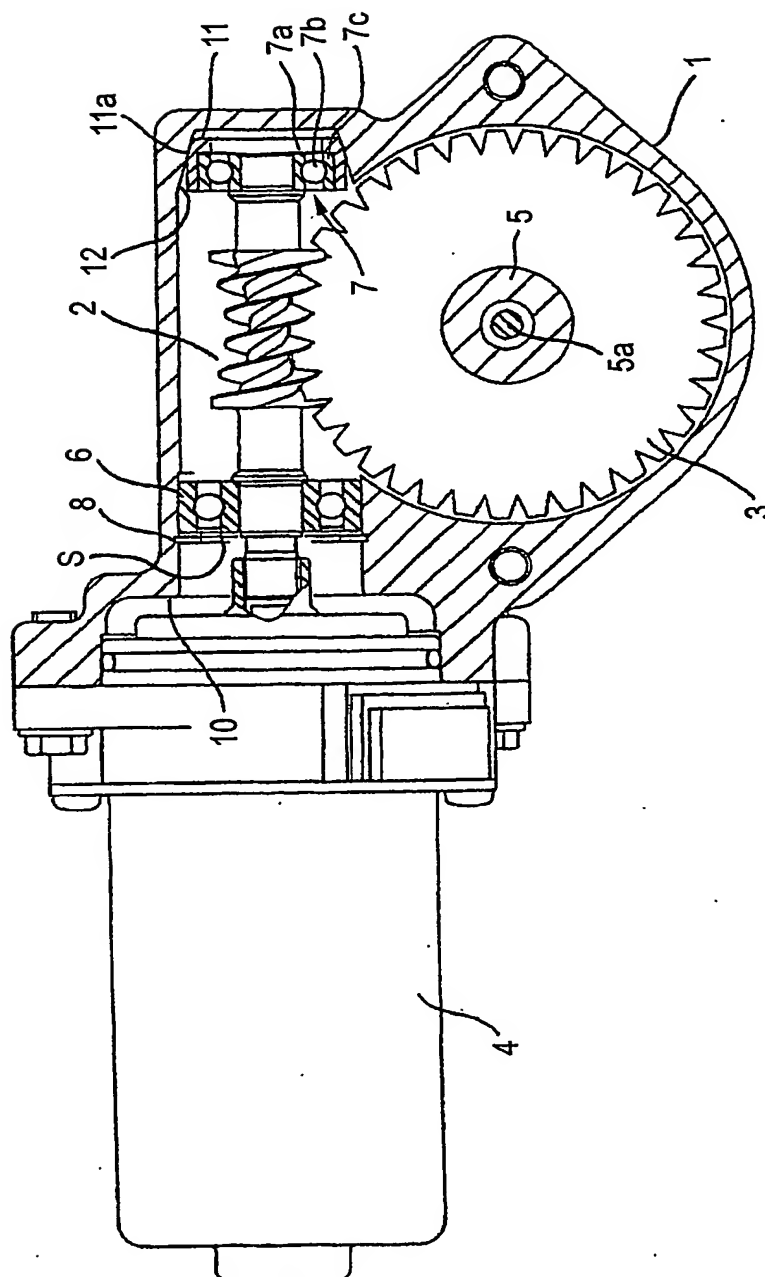


図 6

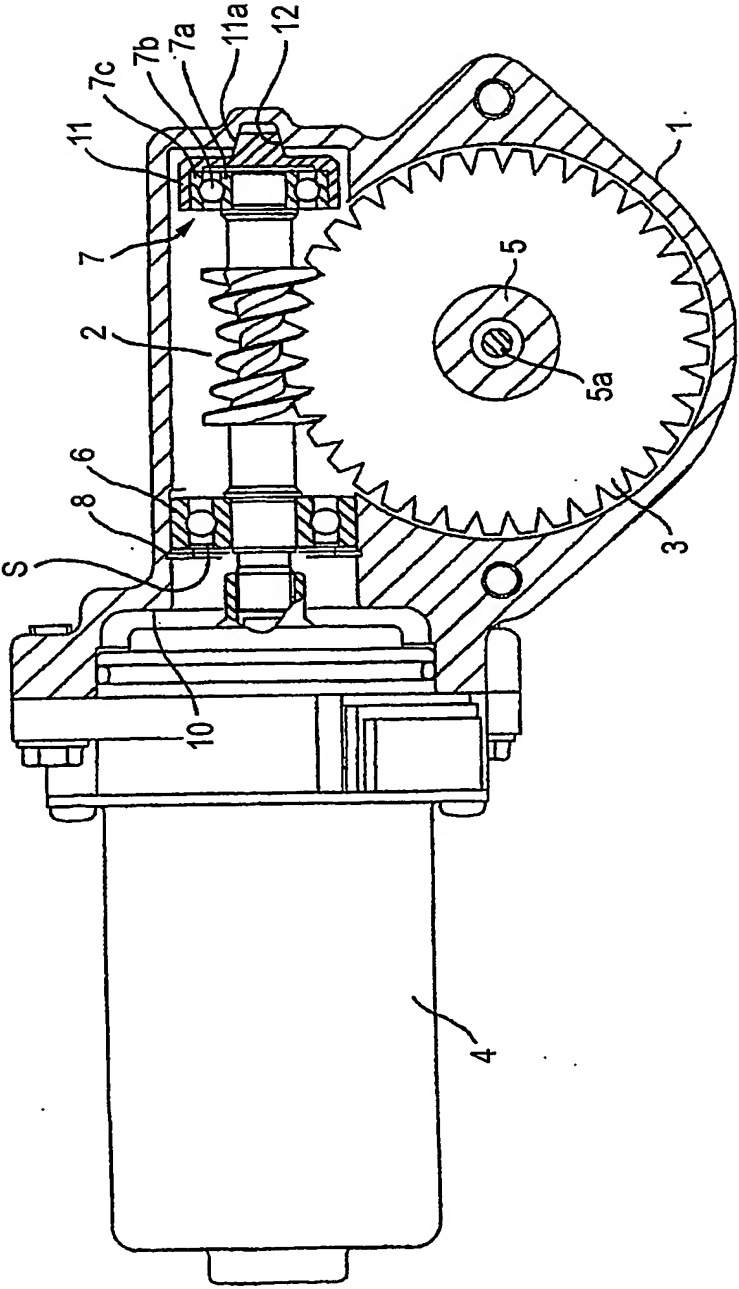


図7

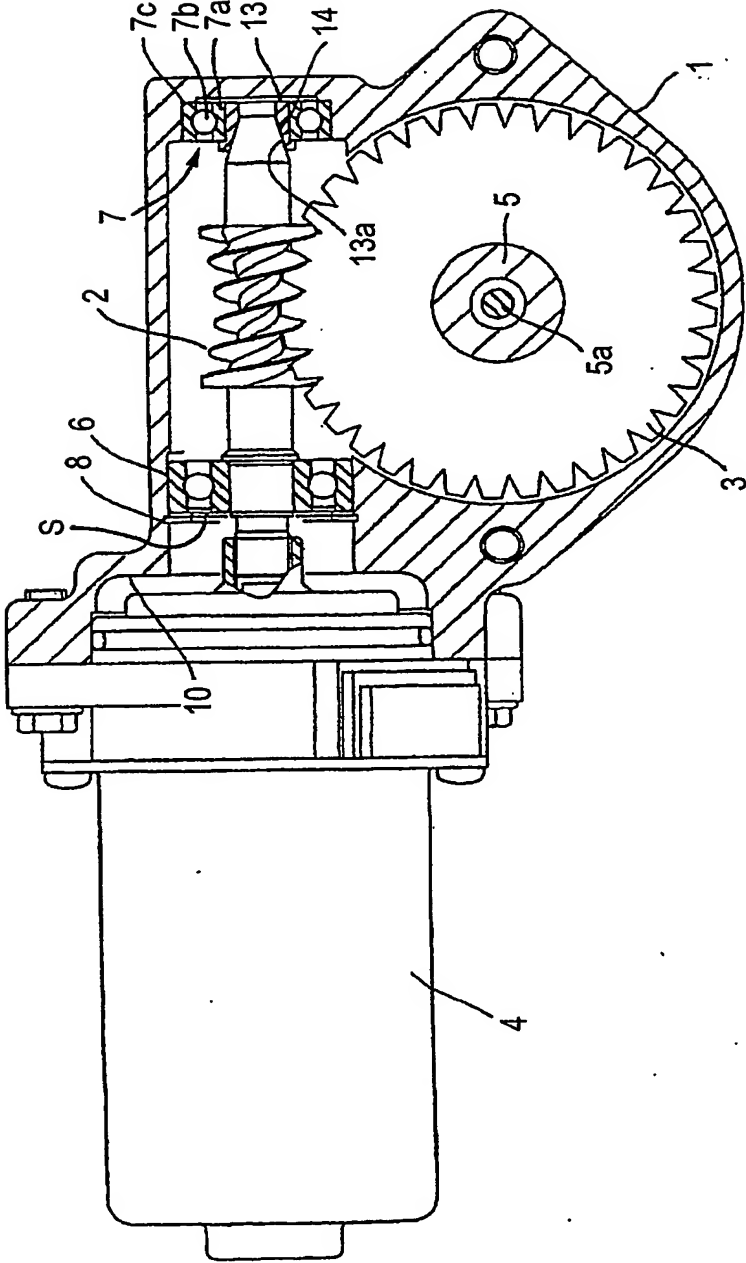




図 8

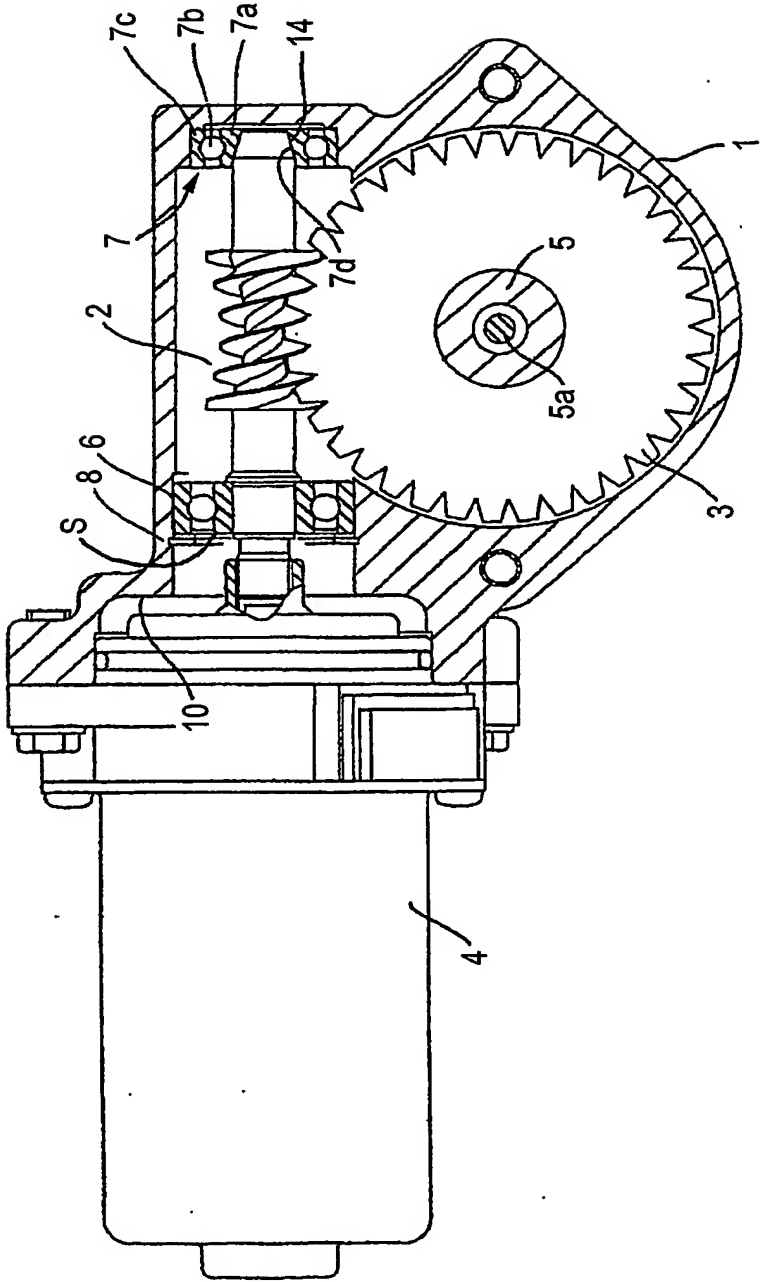


図 9

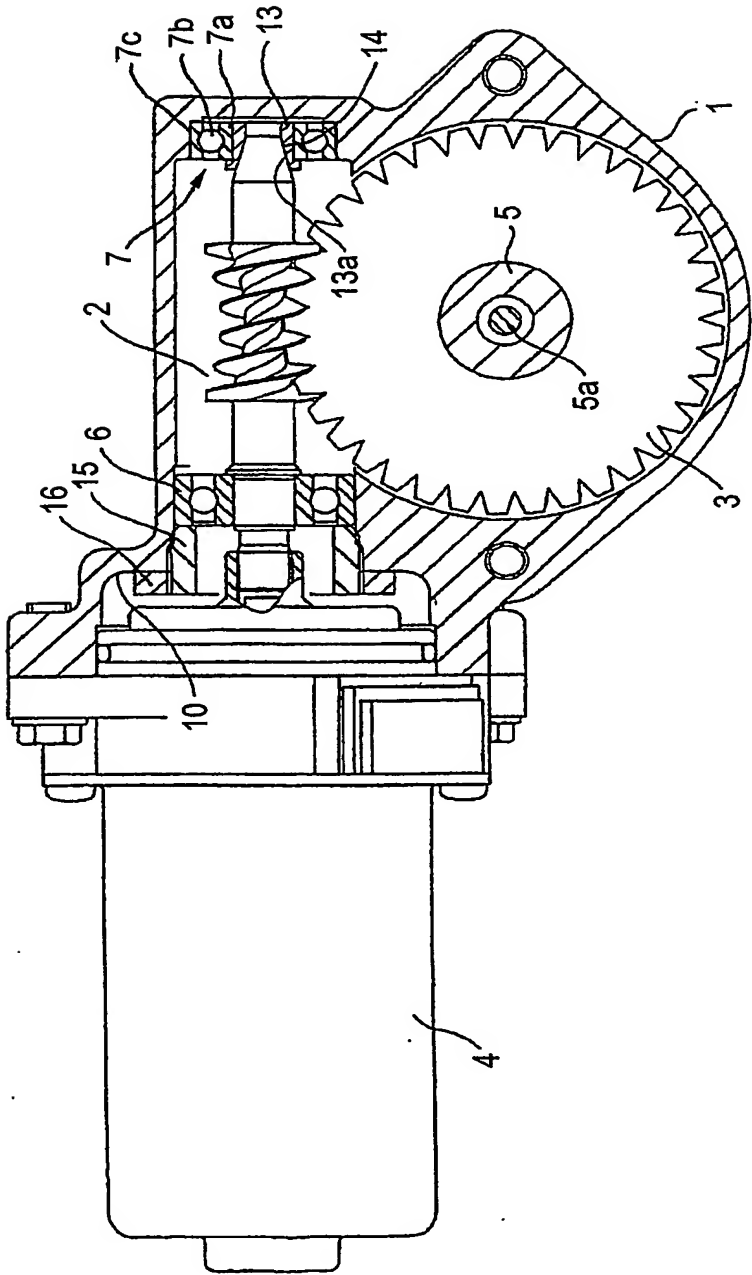
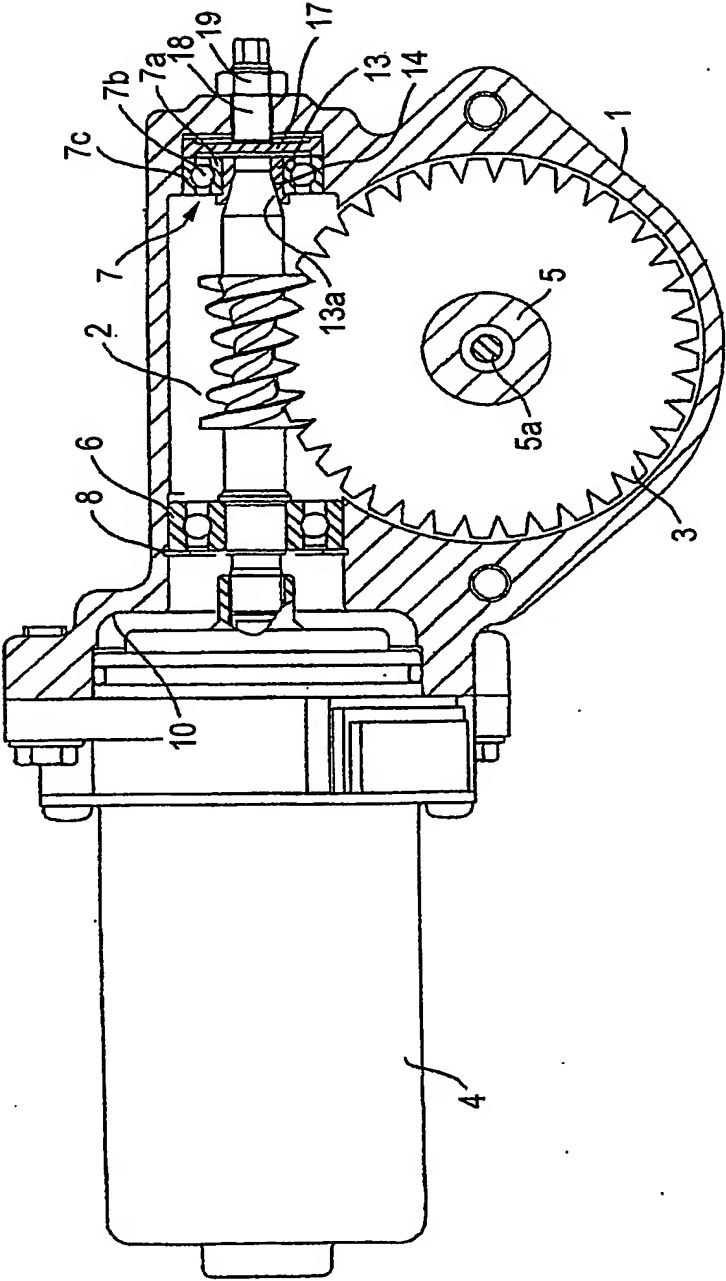


図10



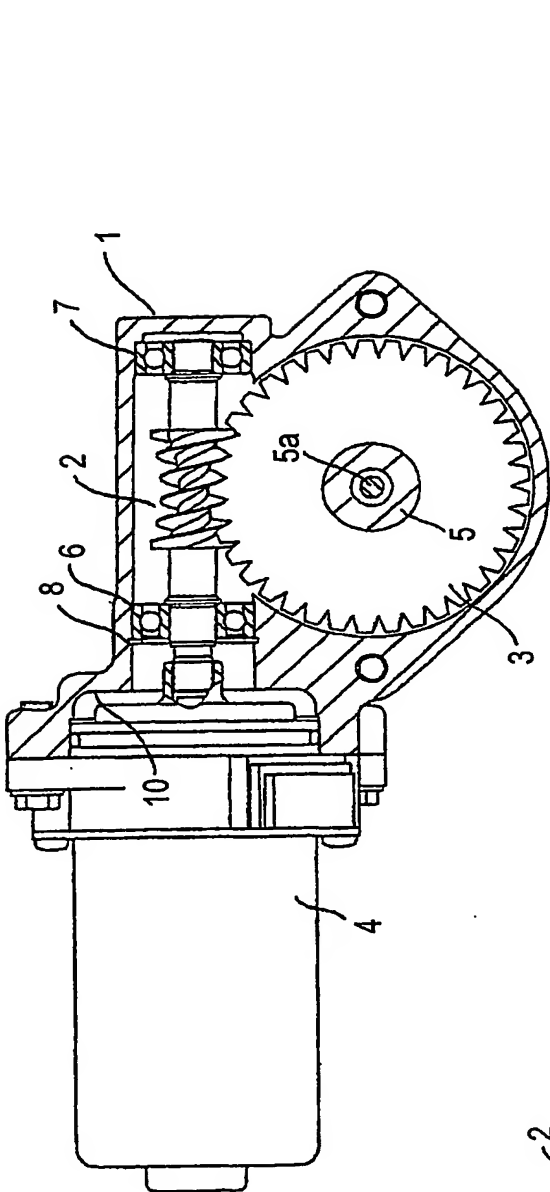


図11B

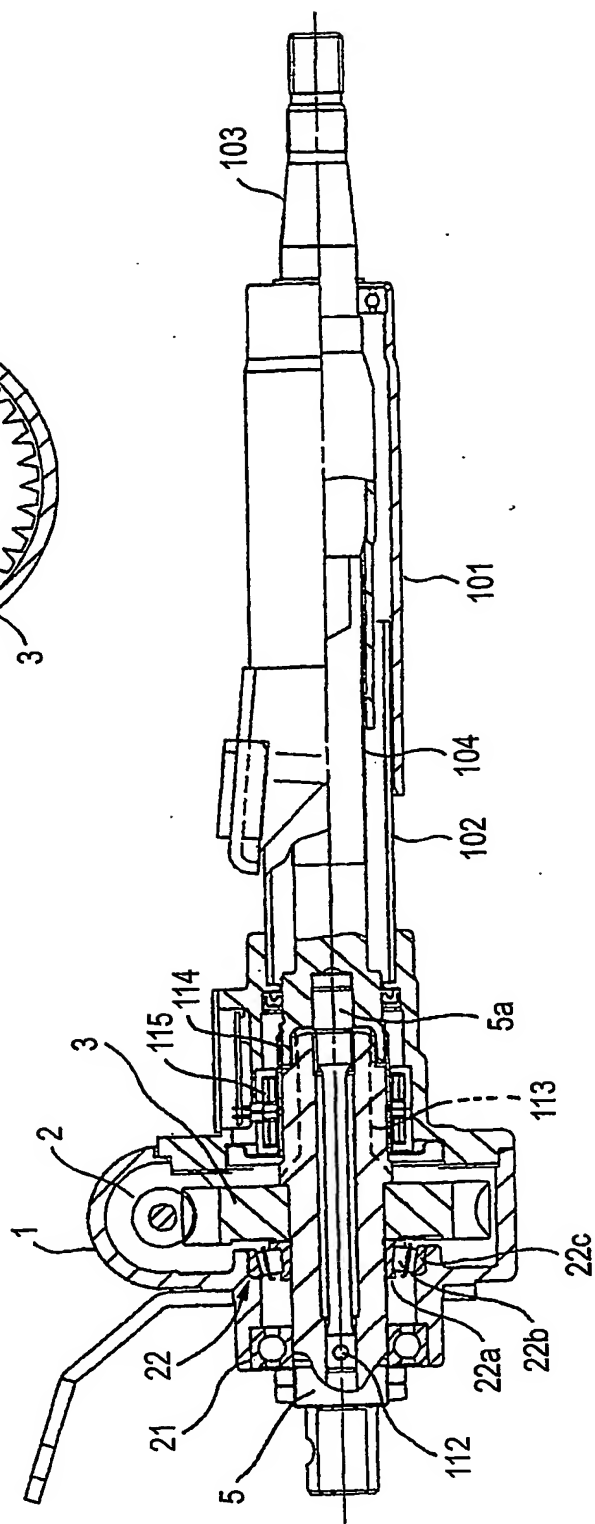


図11A

図12B

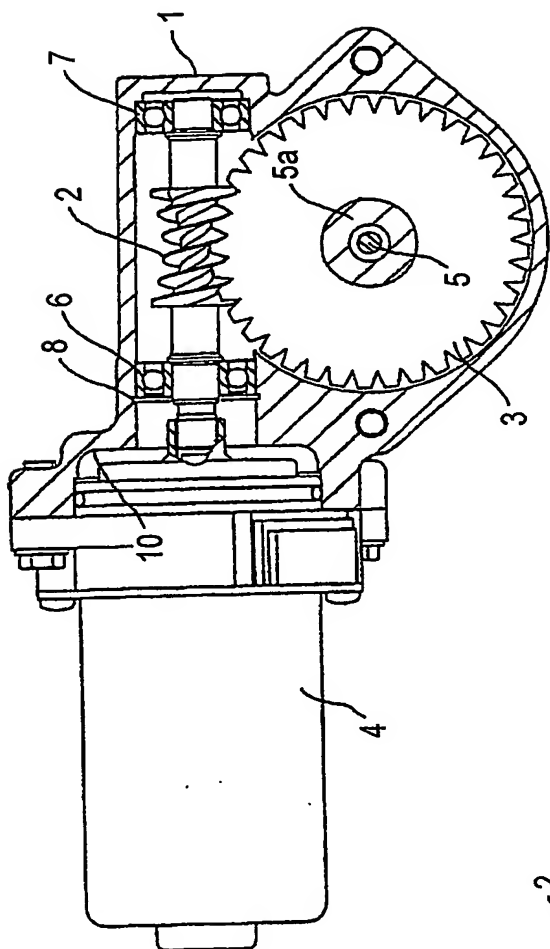


図12A

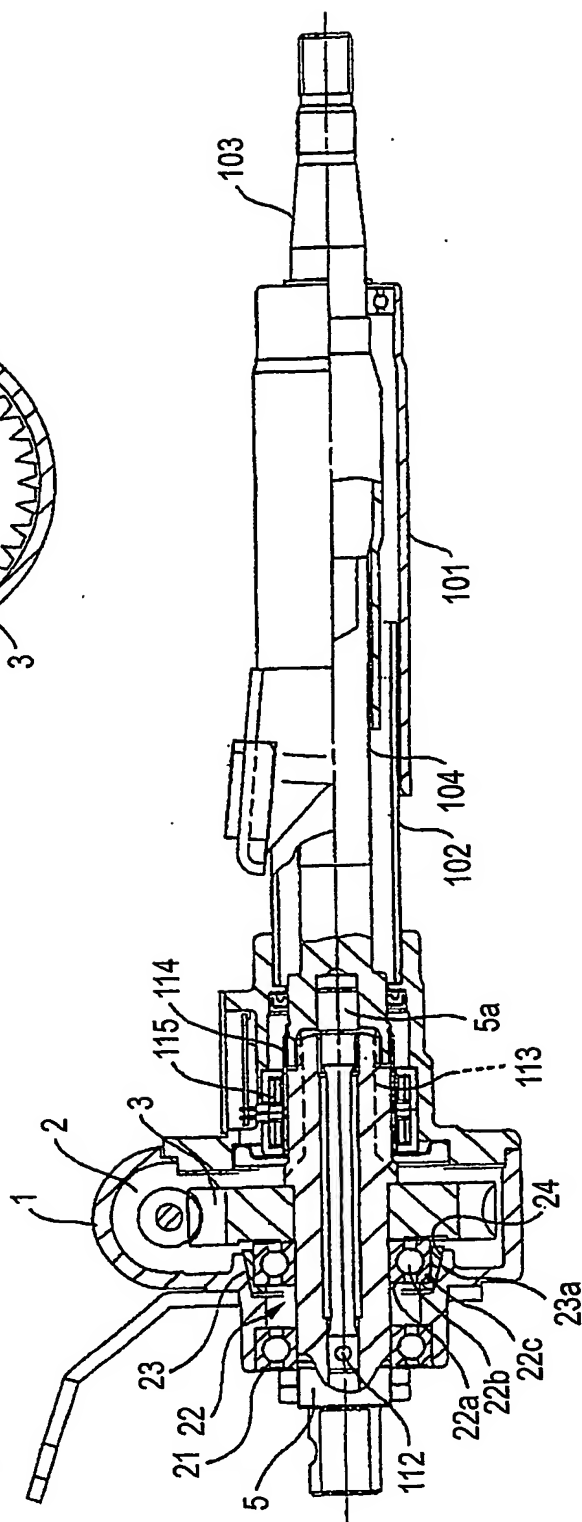


図13

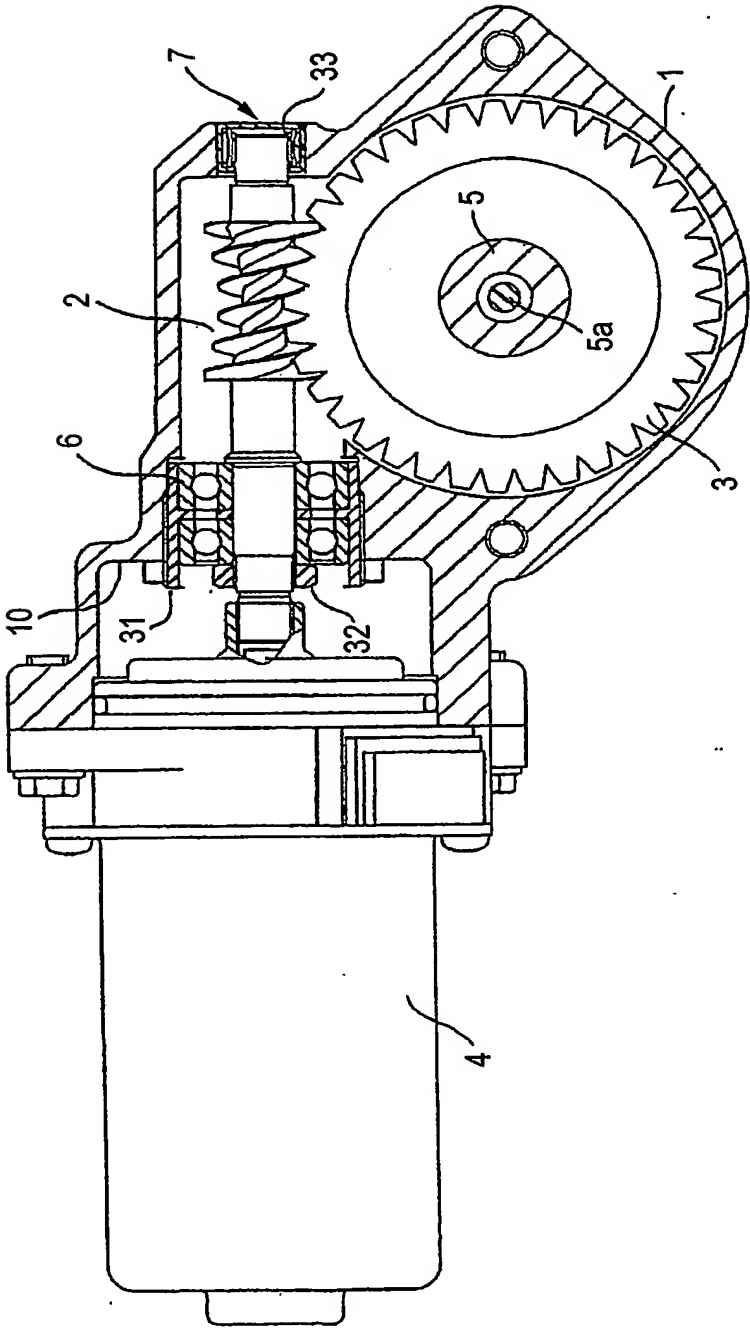


図14

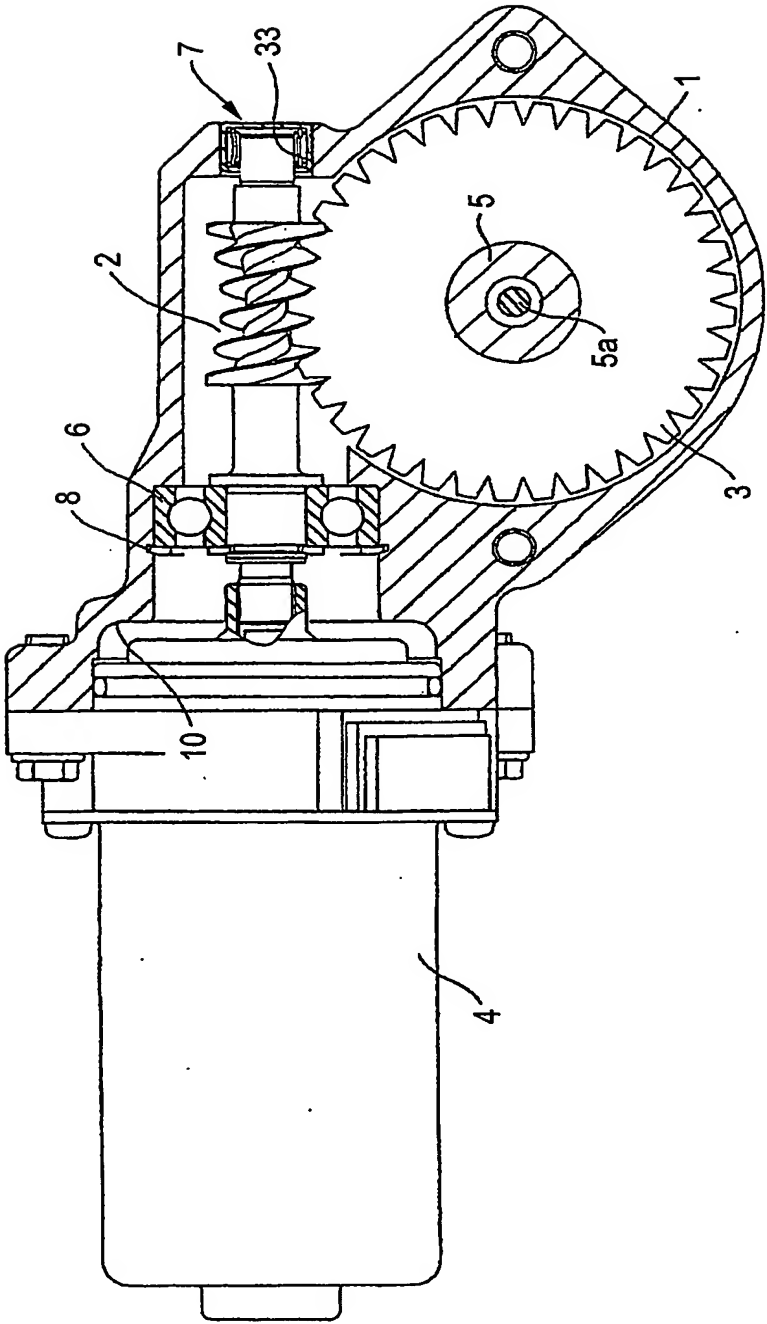


図15

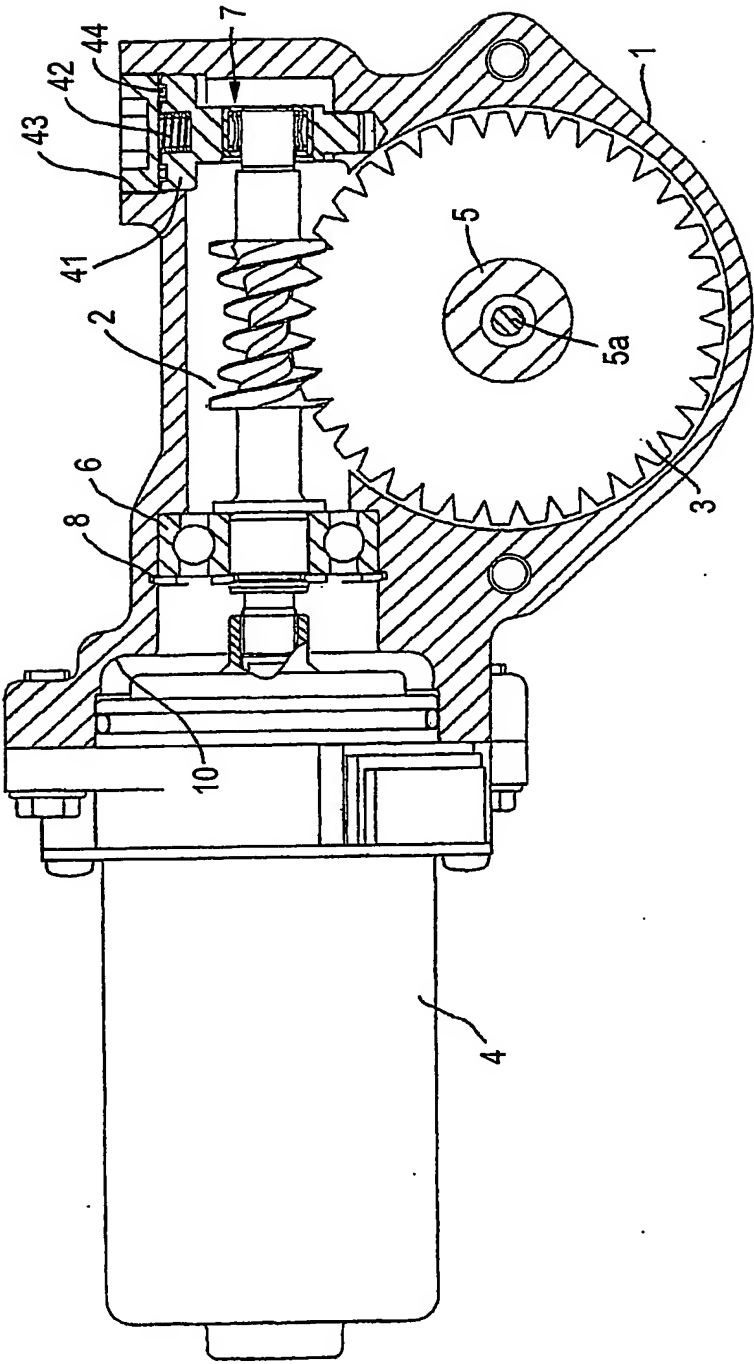




図 16C

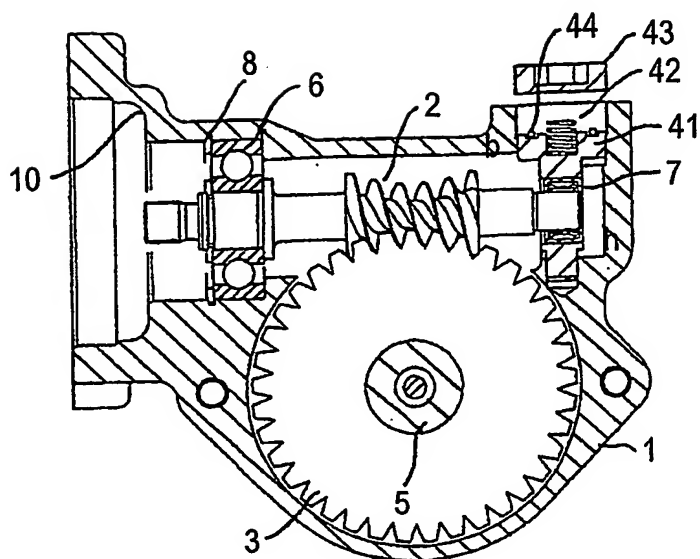


図 16B

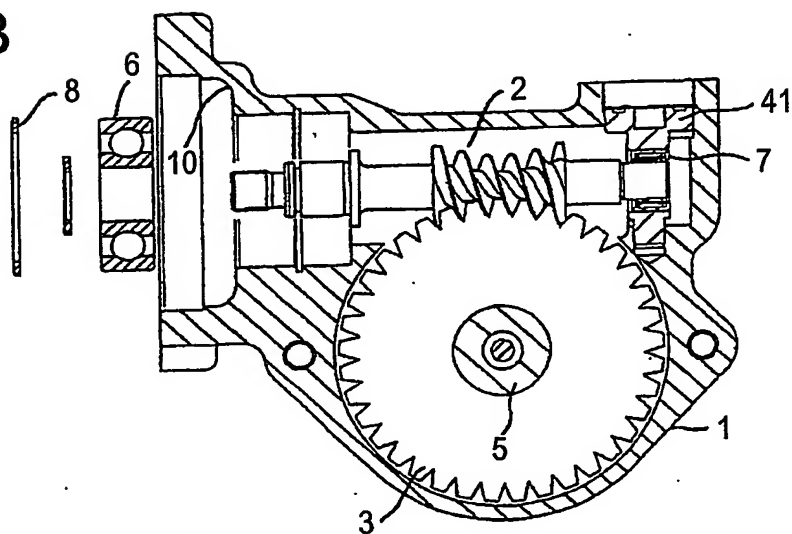


図 16A

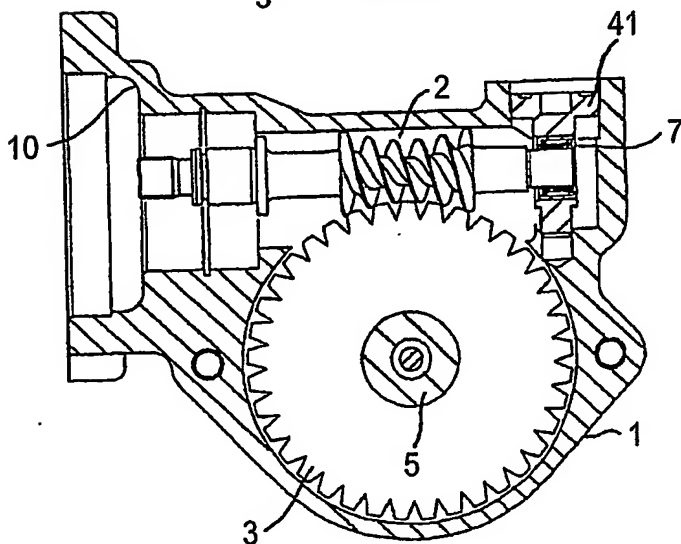


図 17

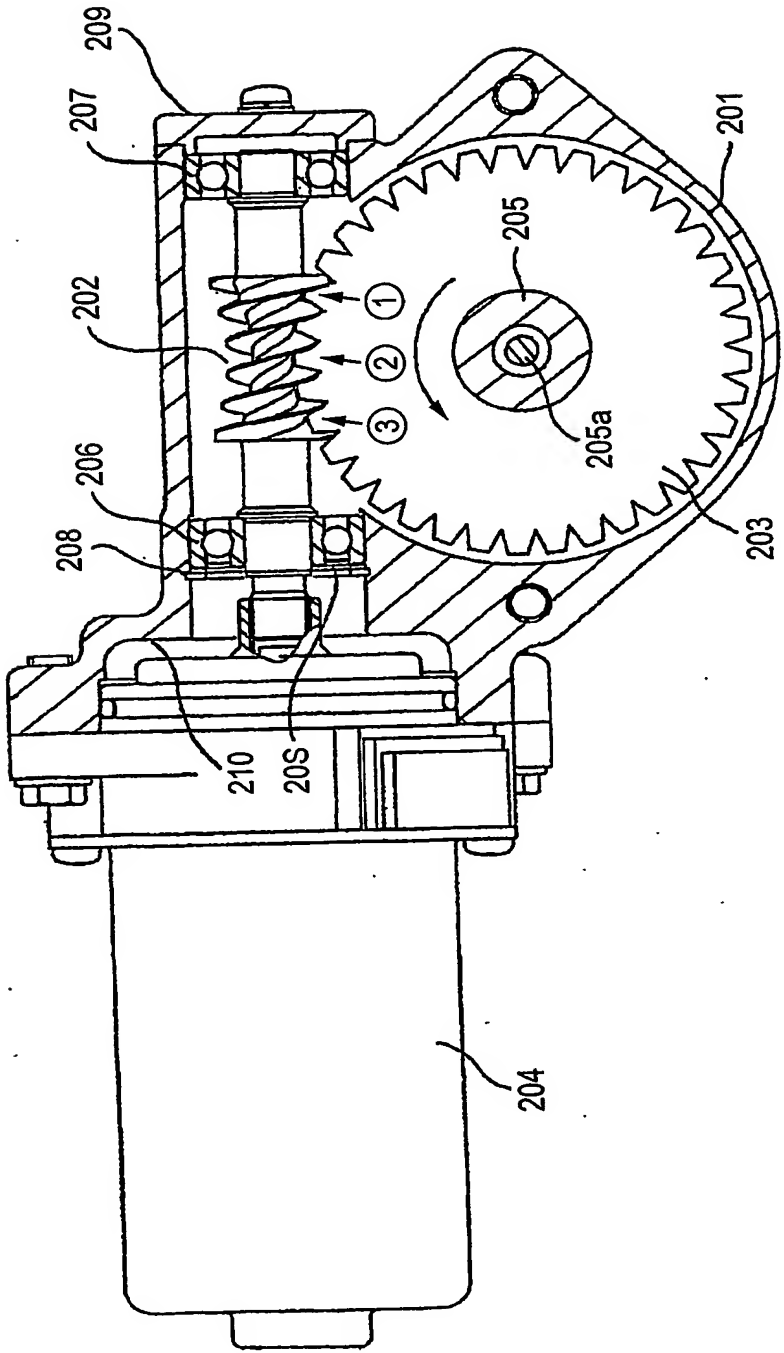


図18

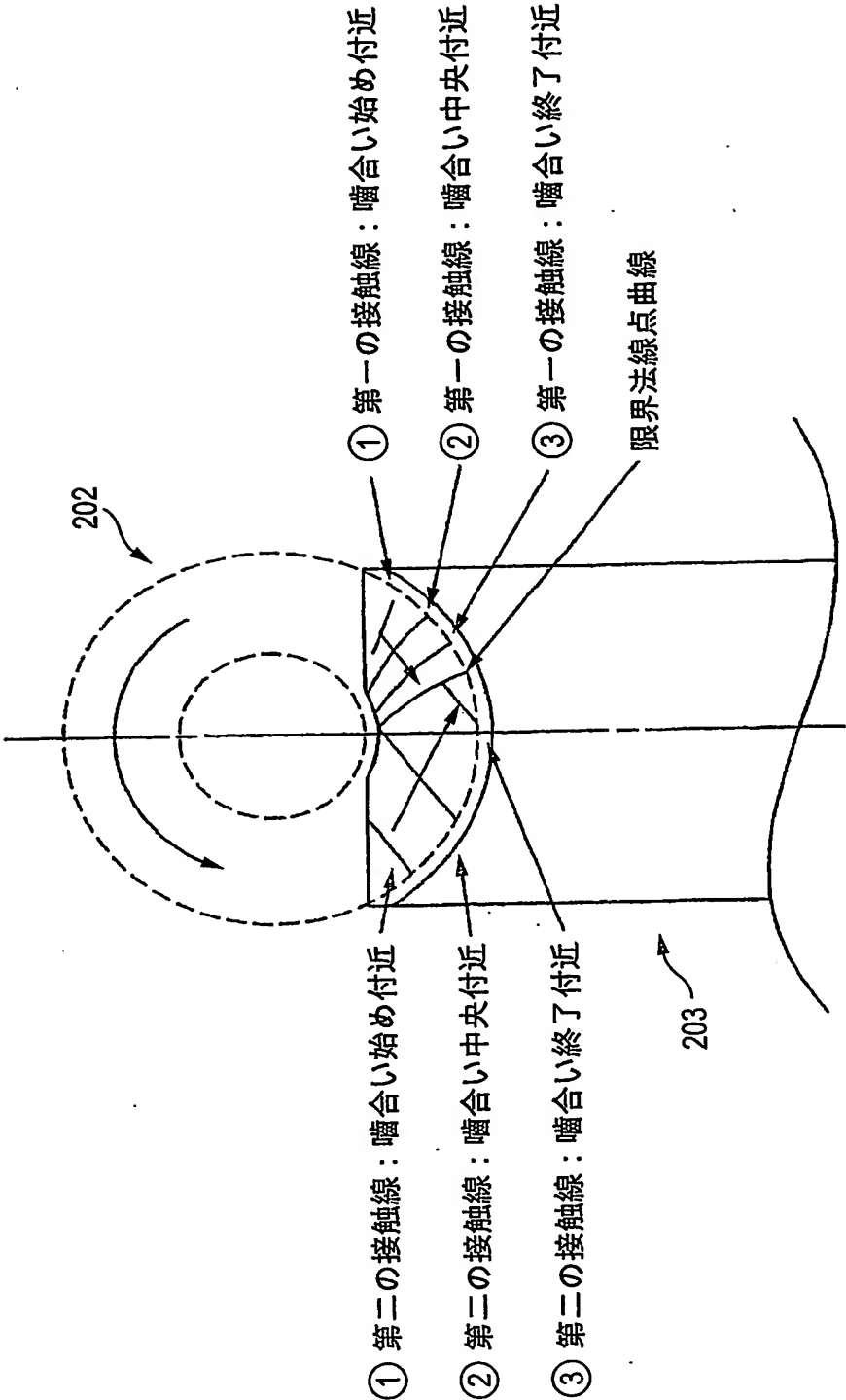


図19

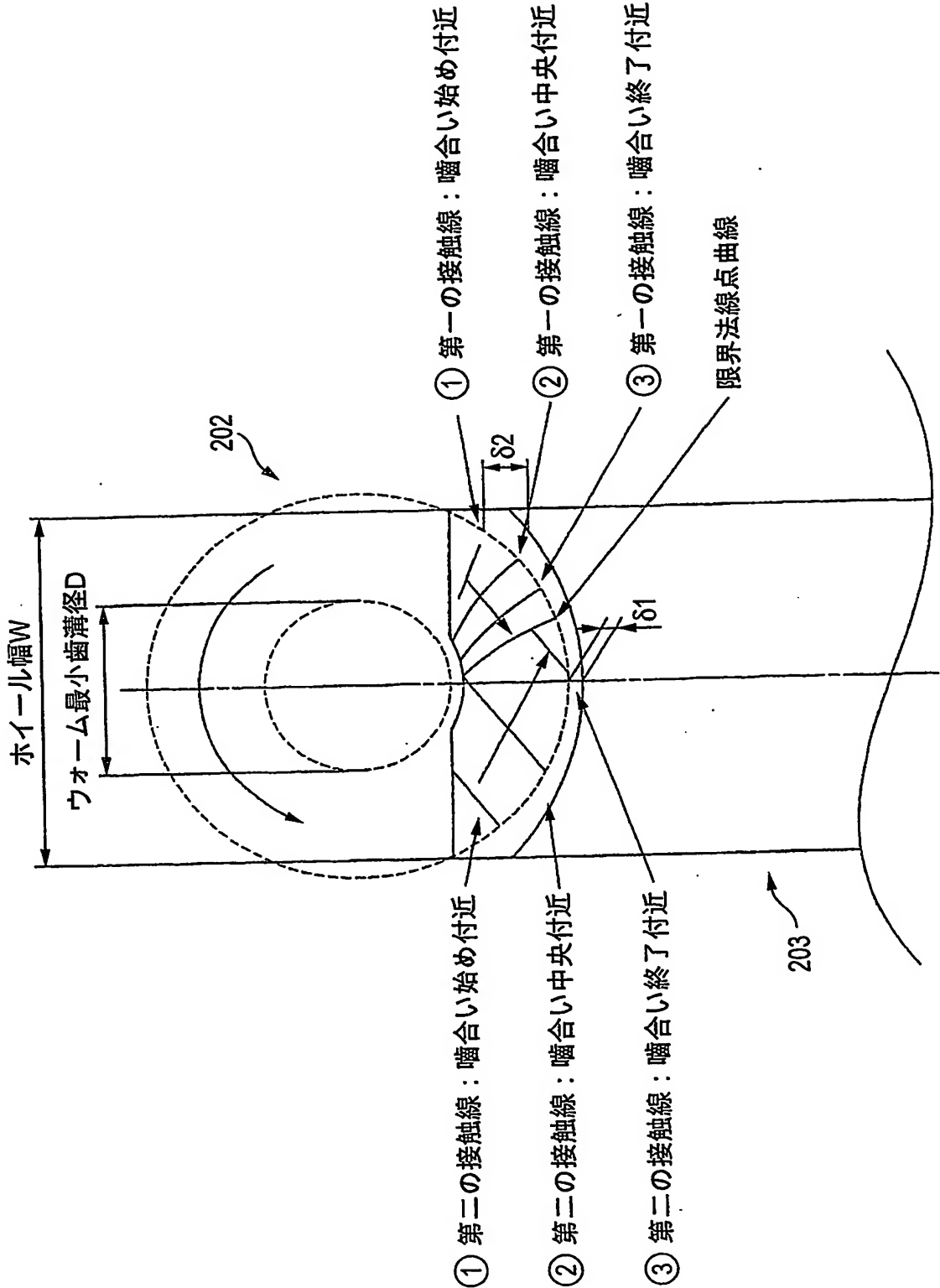
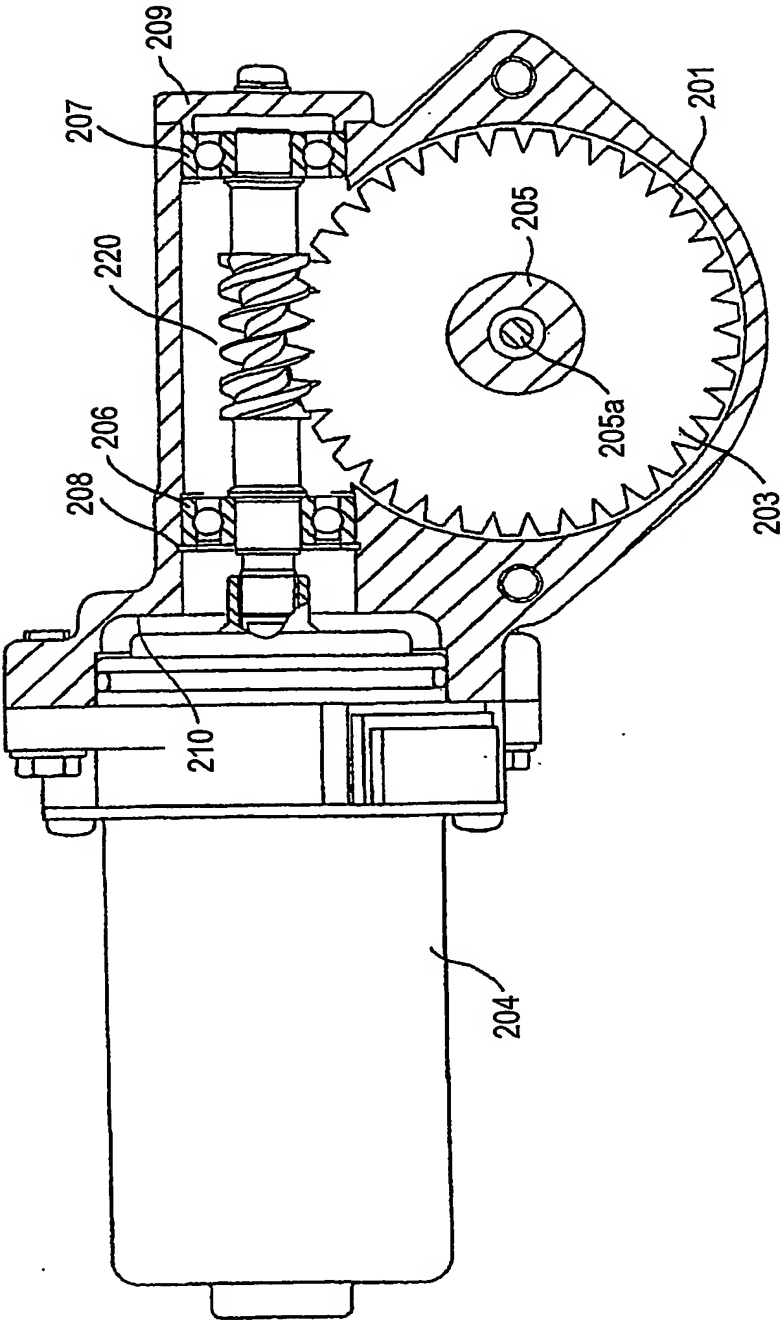
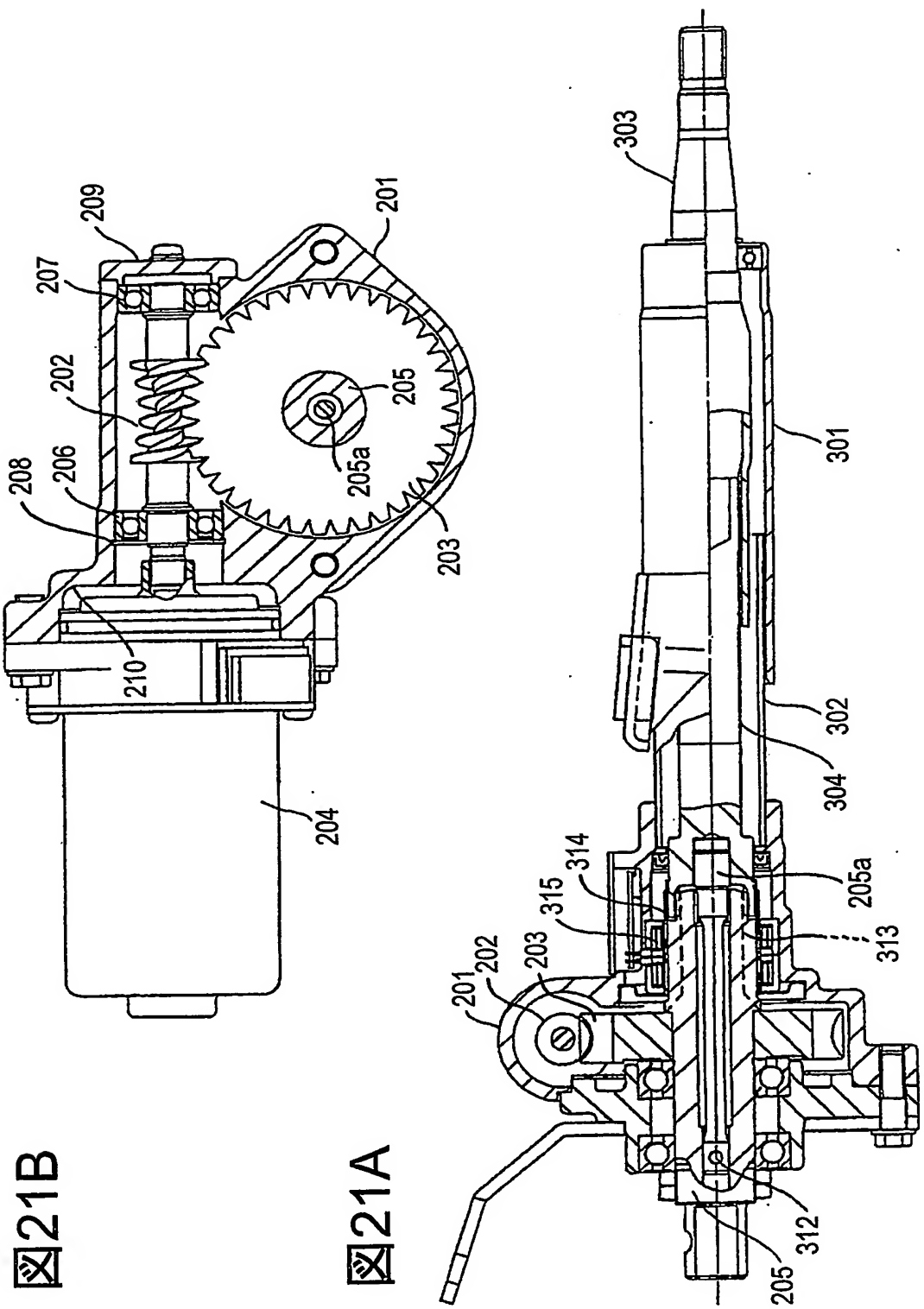
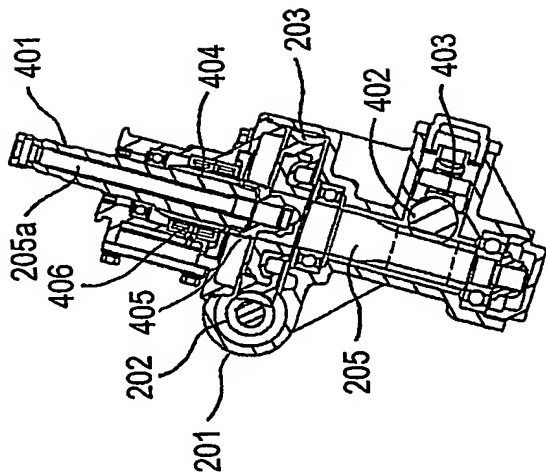


図20





22B



22A

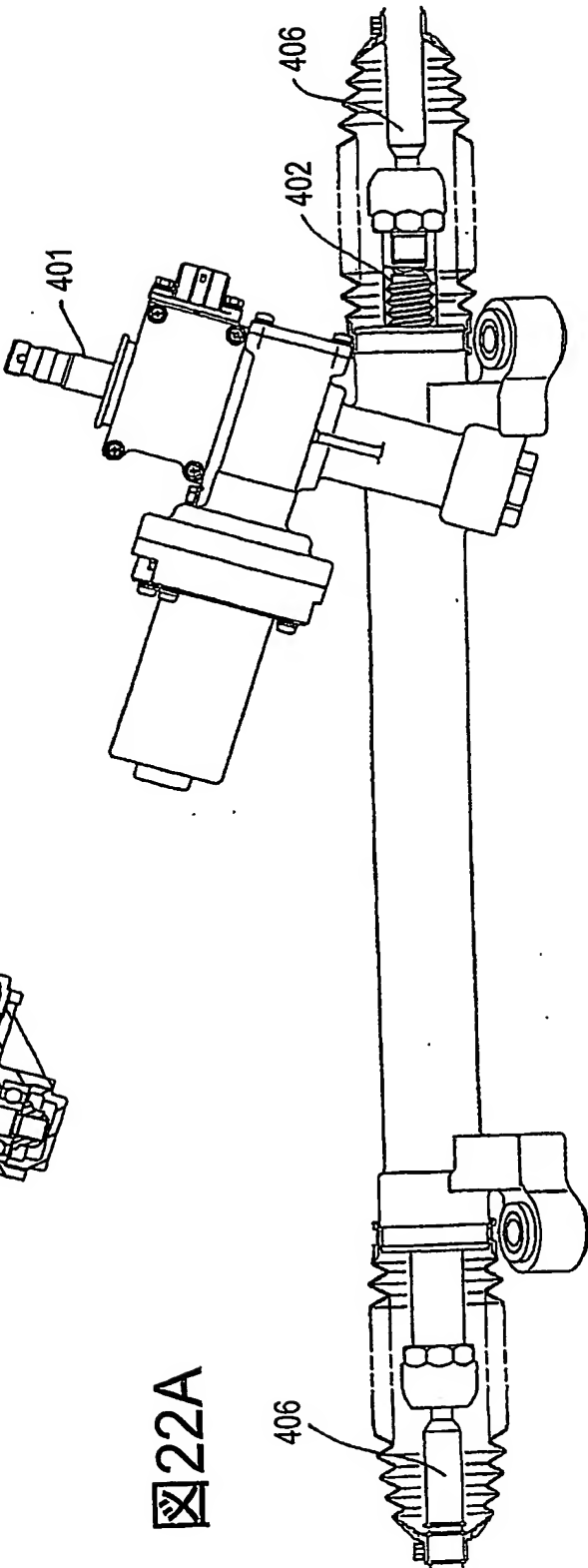


図23

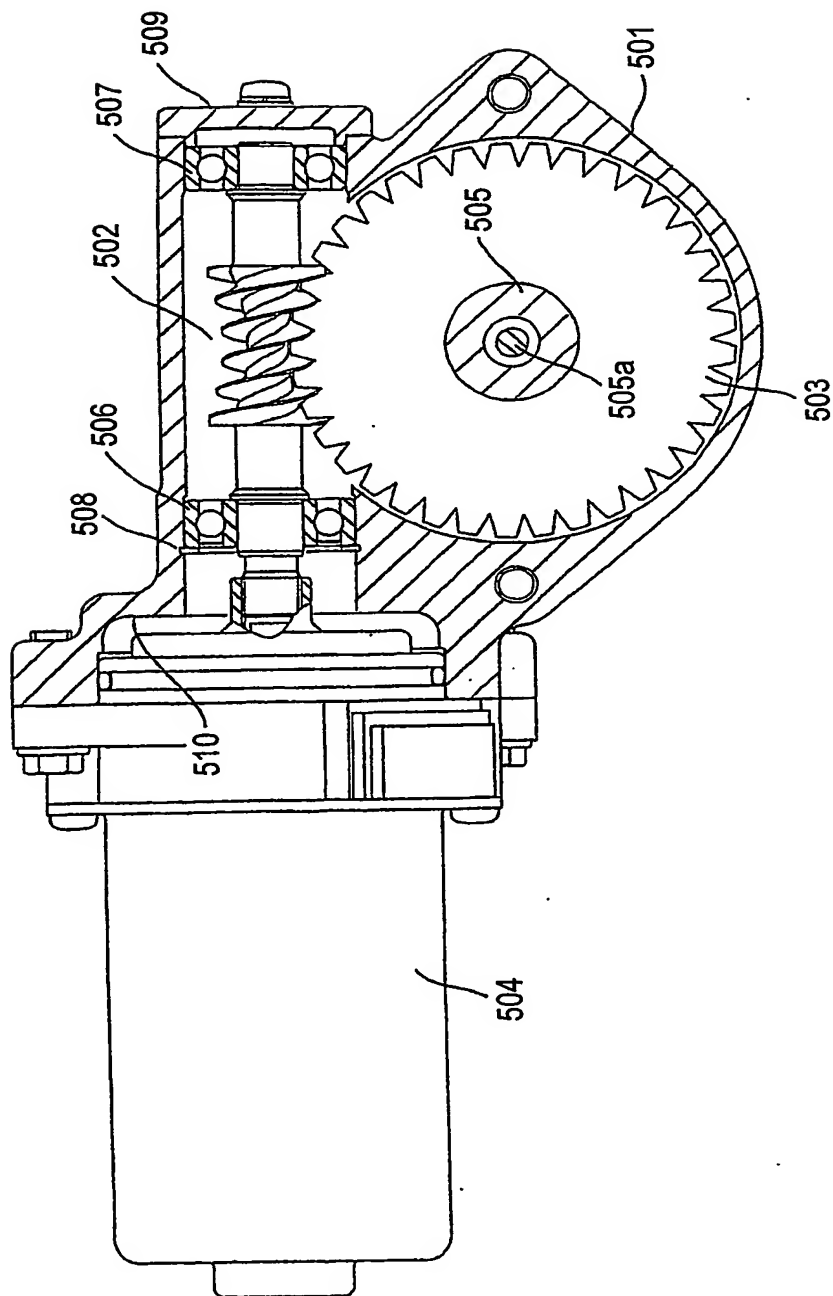




図24A

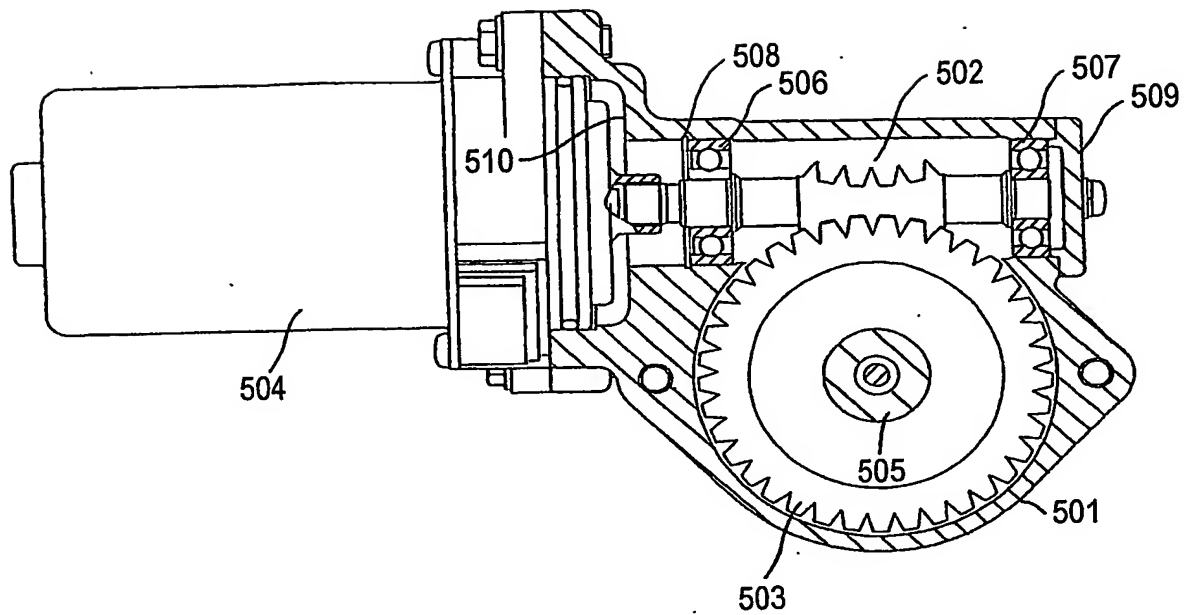


図24B

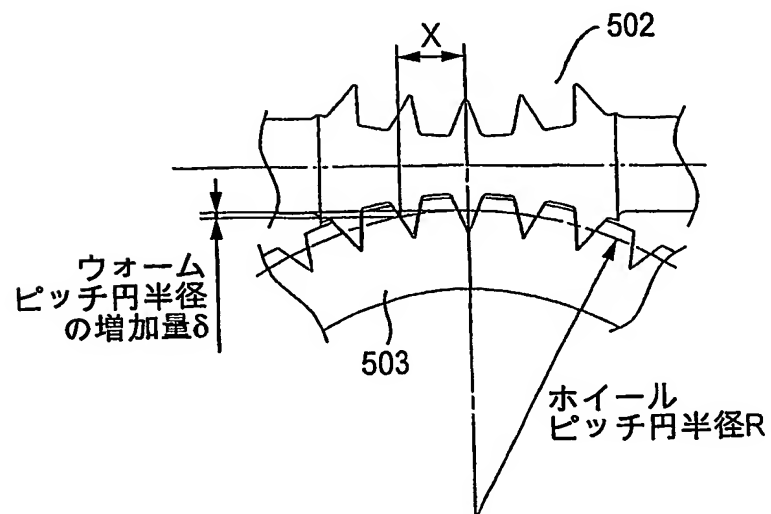


図25A

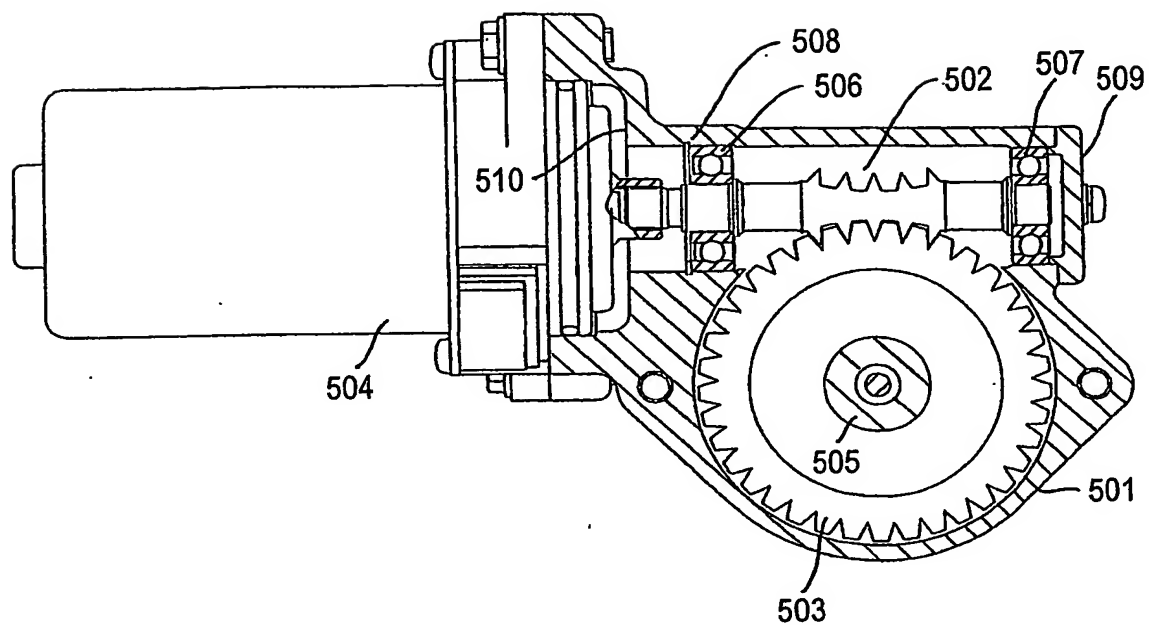


図25B

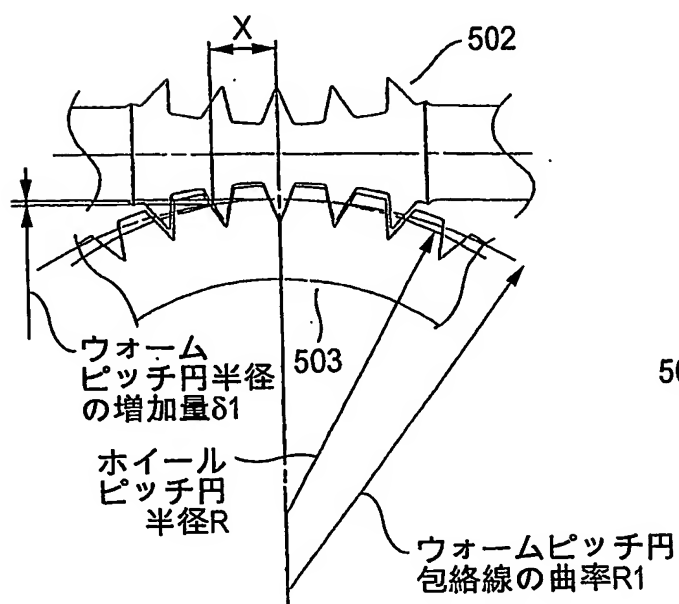


図25C

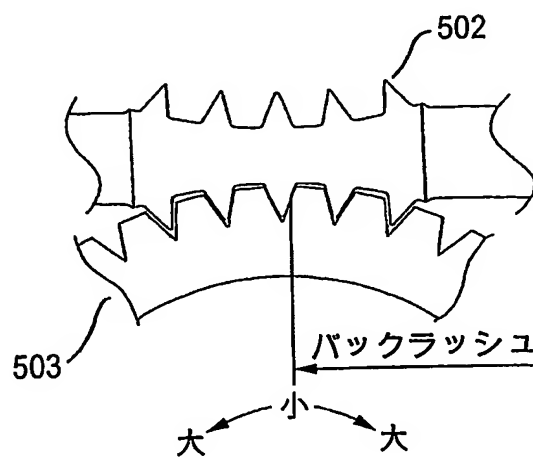


図26A

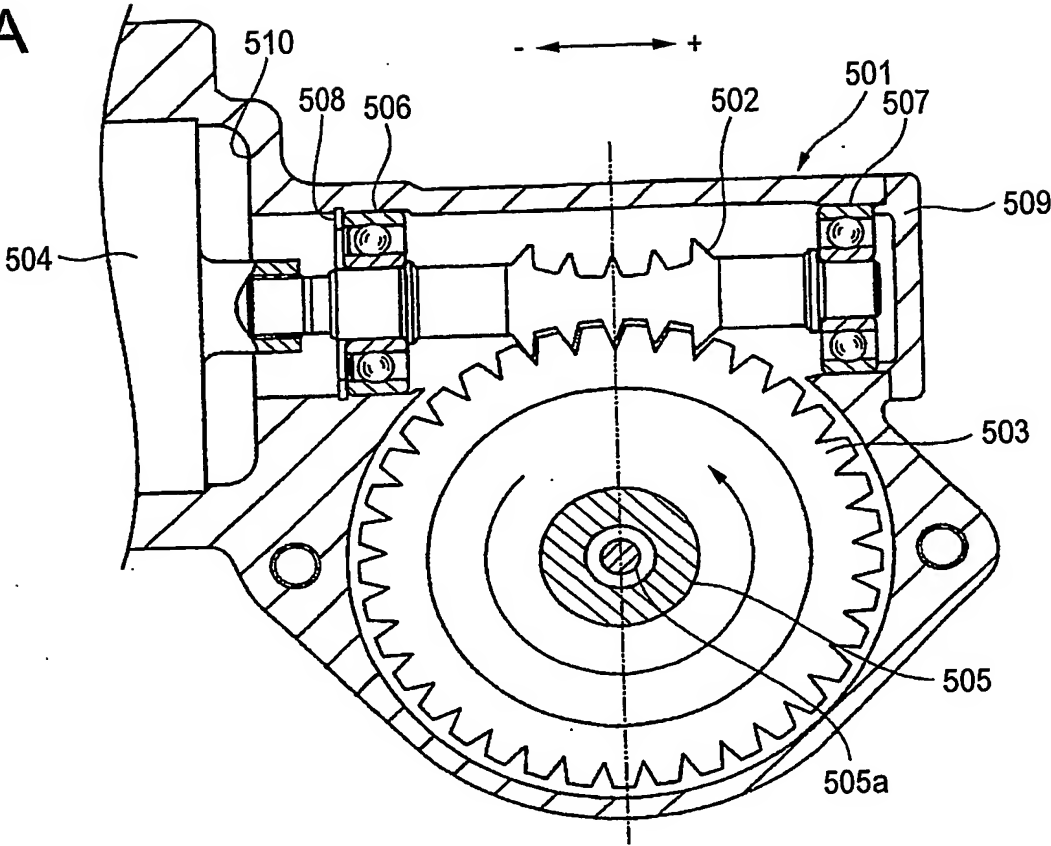


図26B

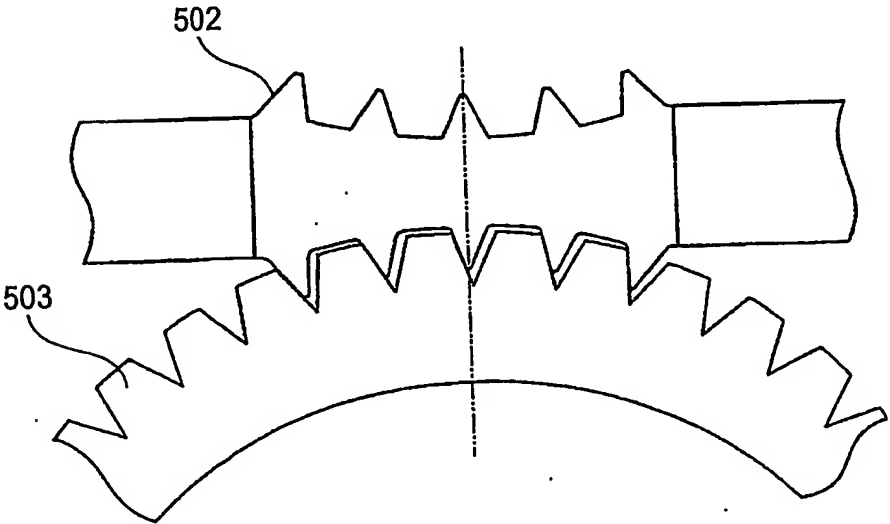


図27

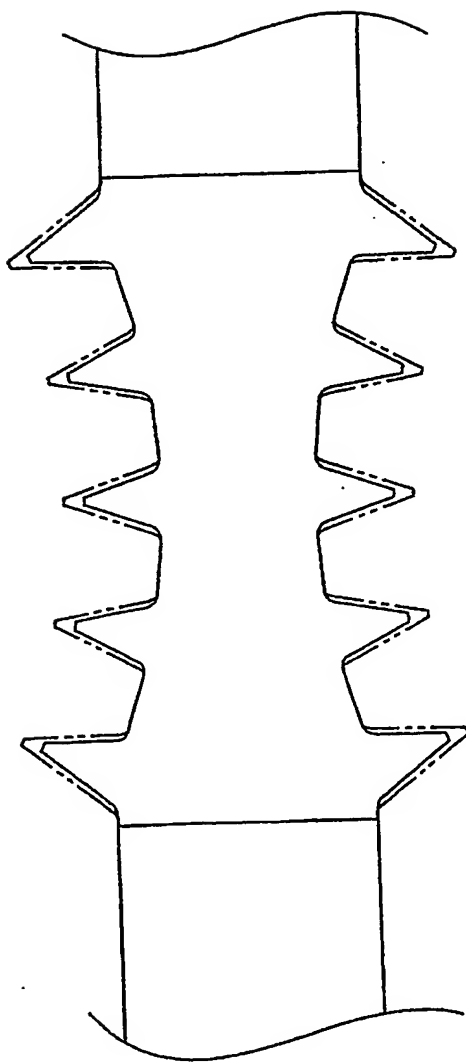


図28A

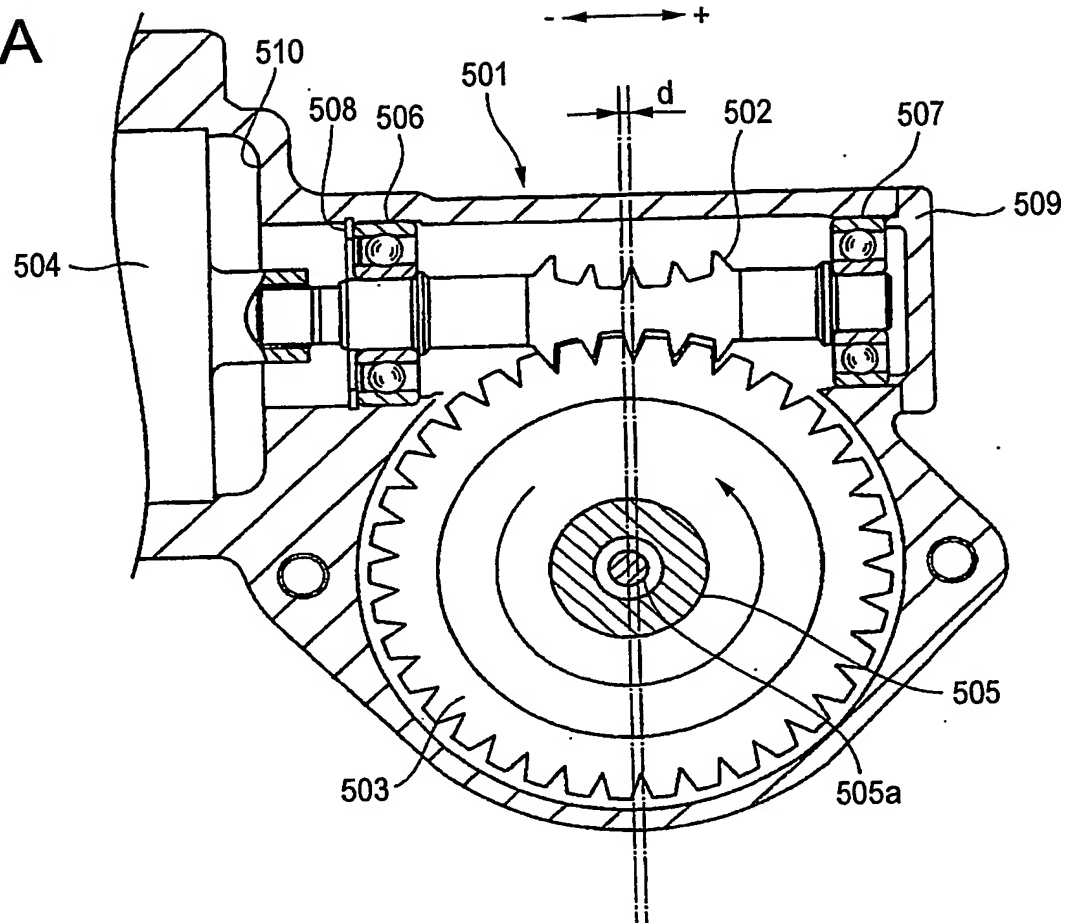
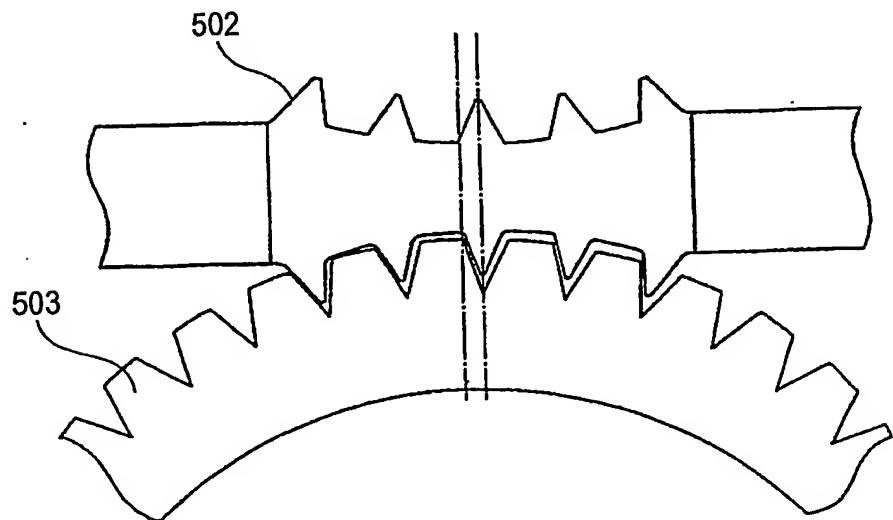
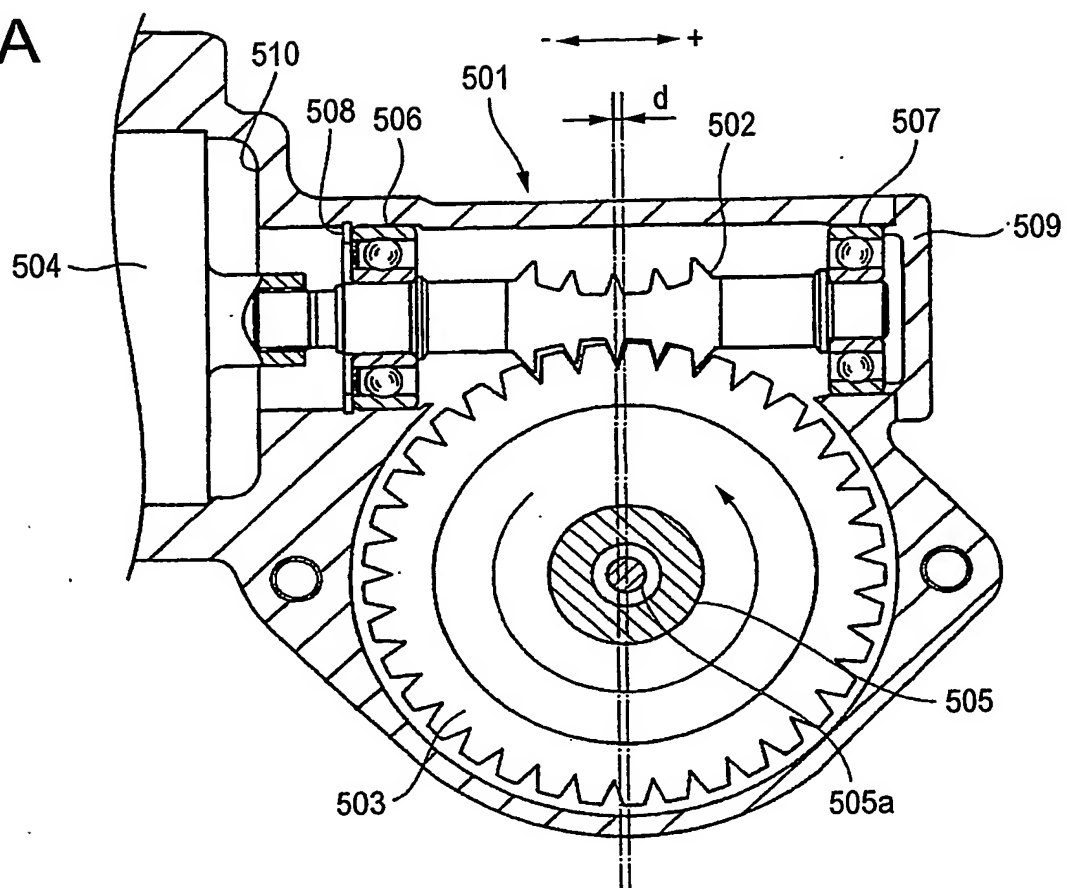


図28B



**図29A**



**图 29B**

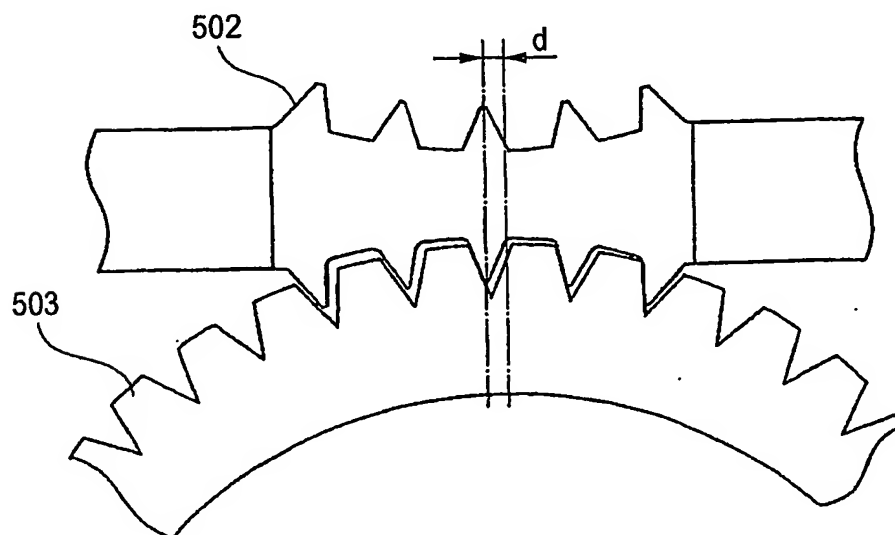


図30A

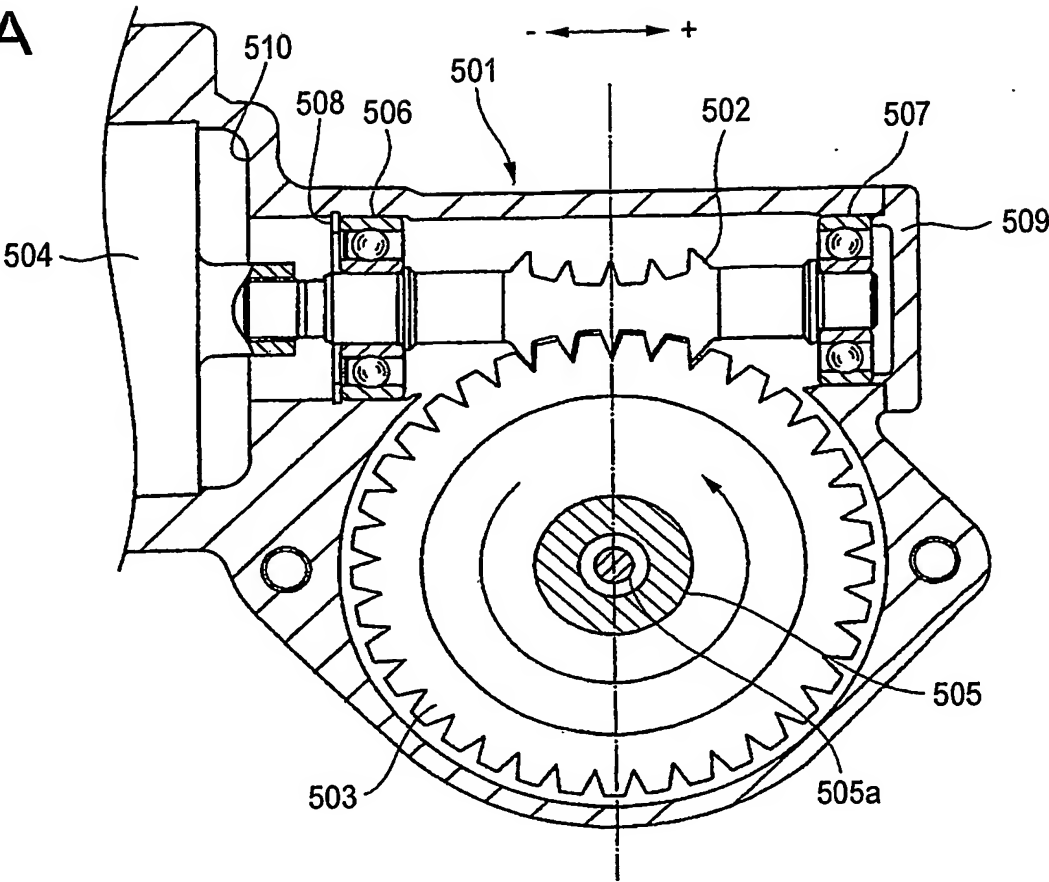


図30B

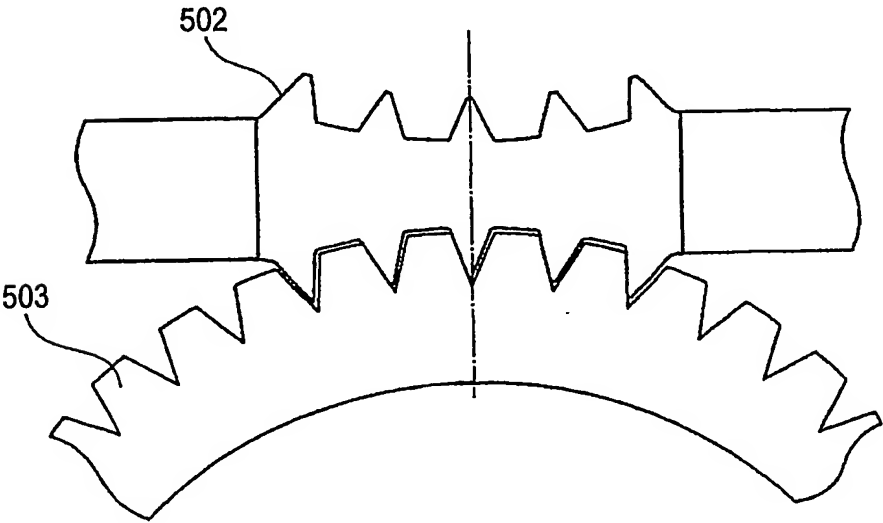


図31

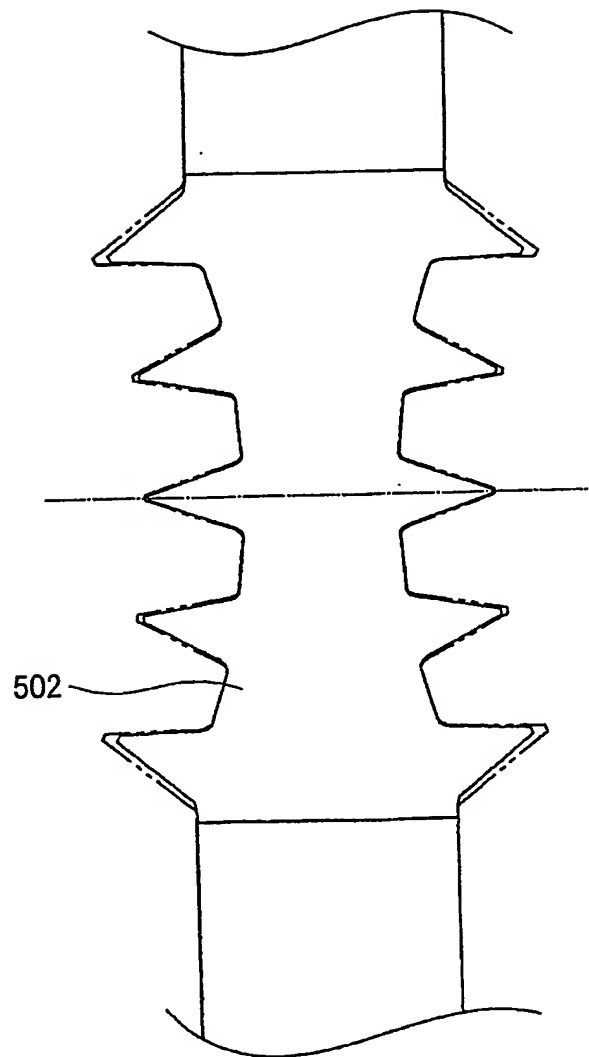




図32A

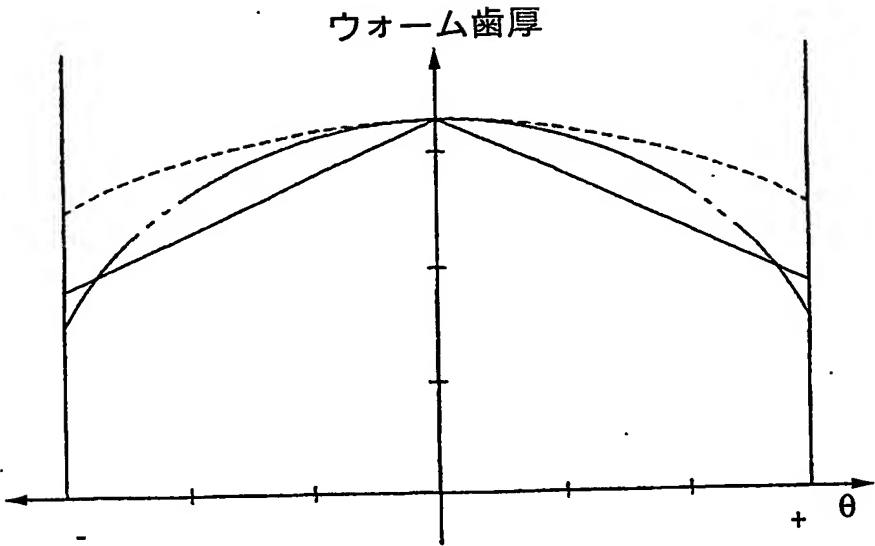


図32B

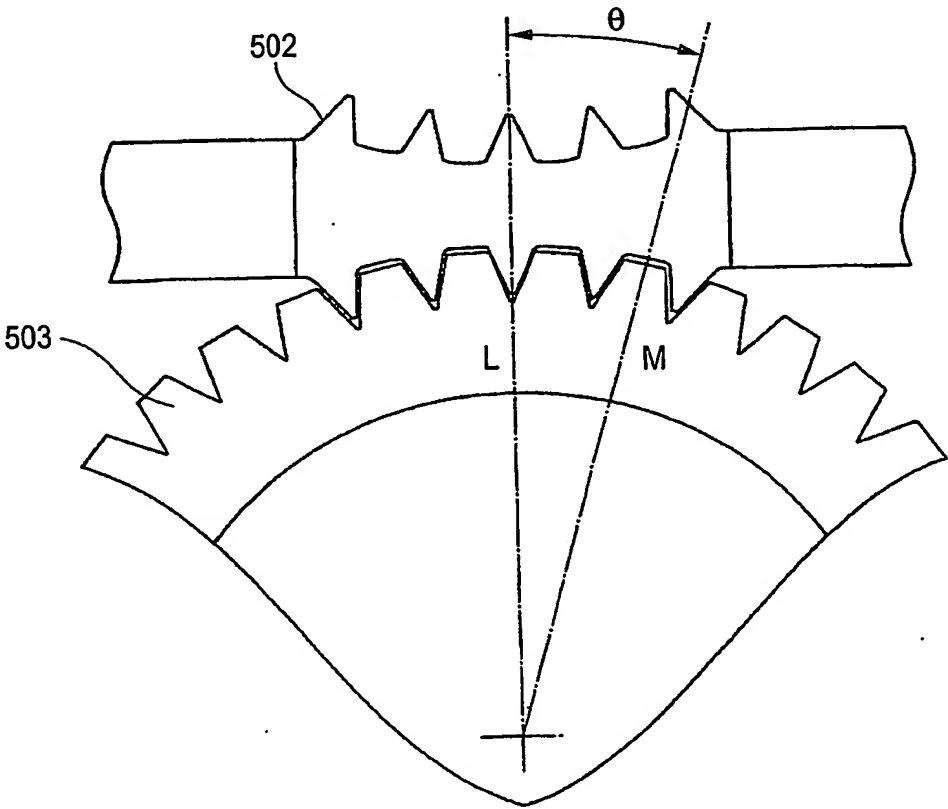


図33A

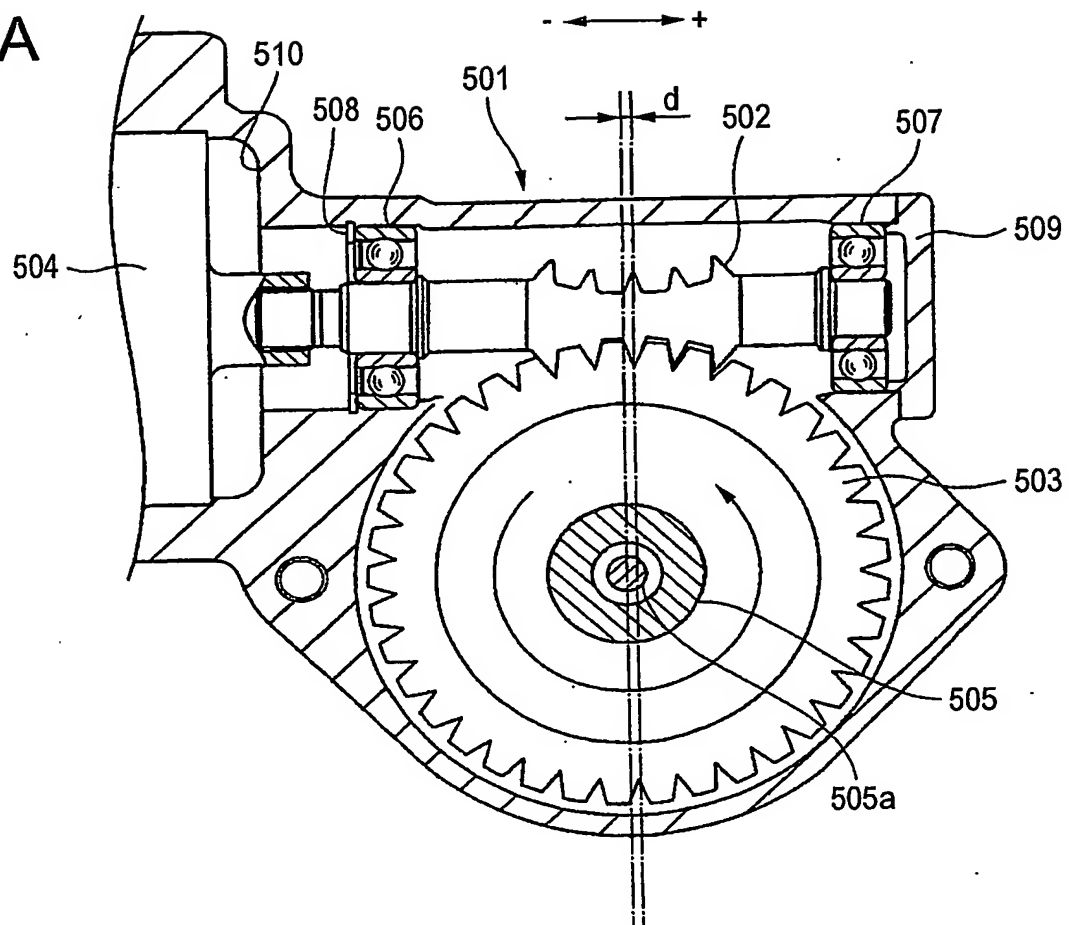


図33B

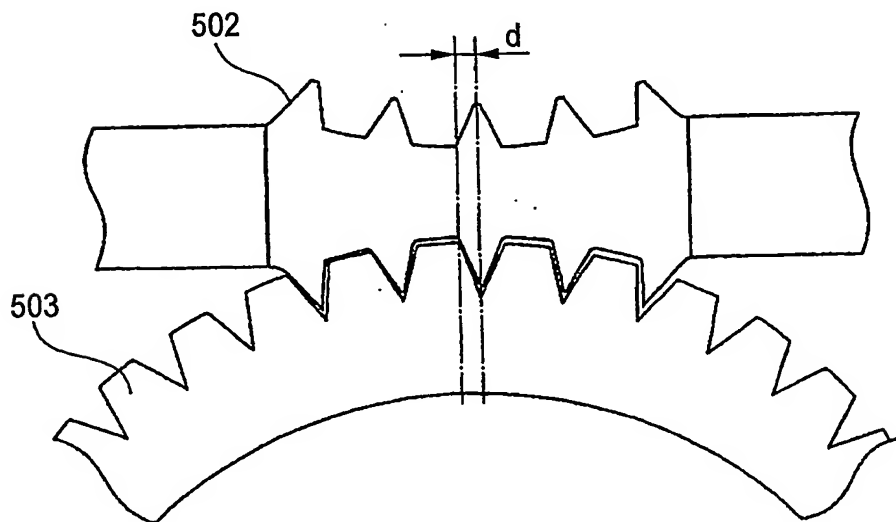


図34A

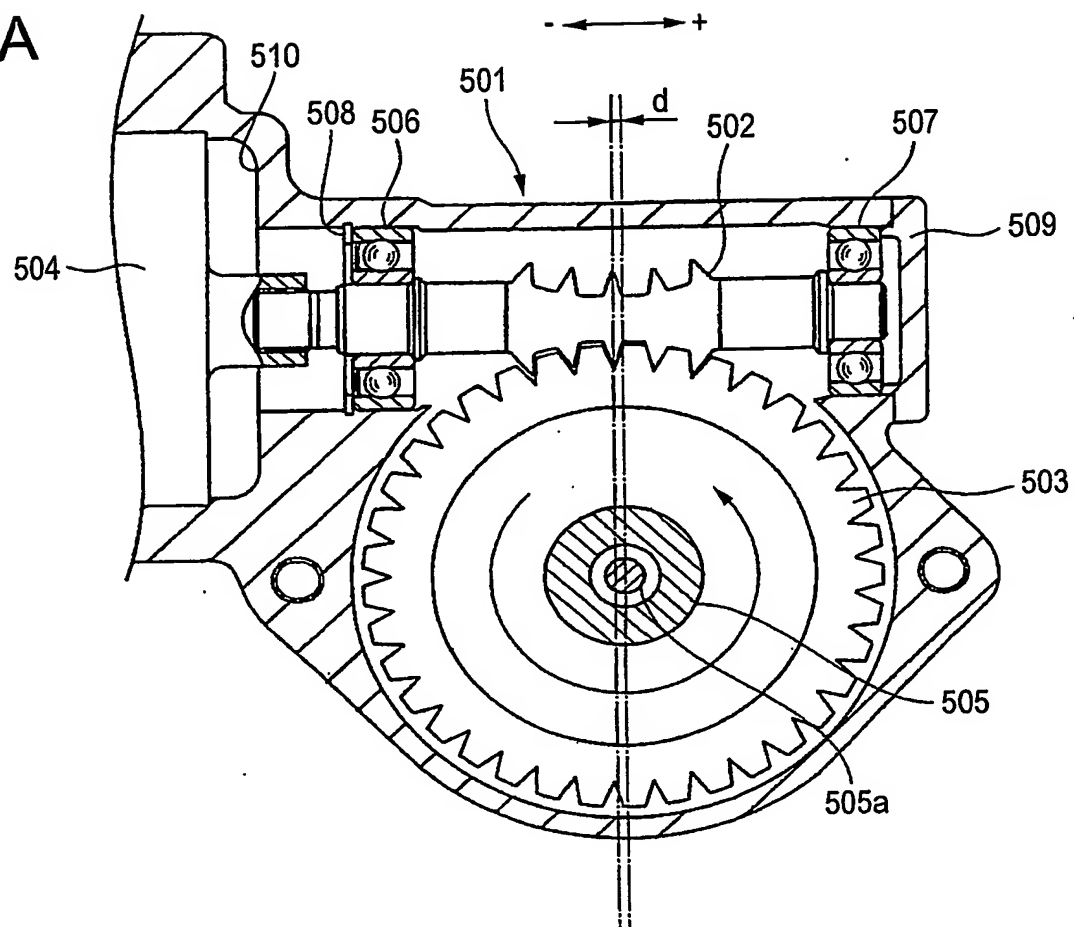


図34B

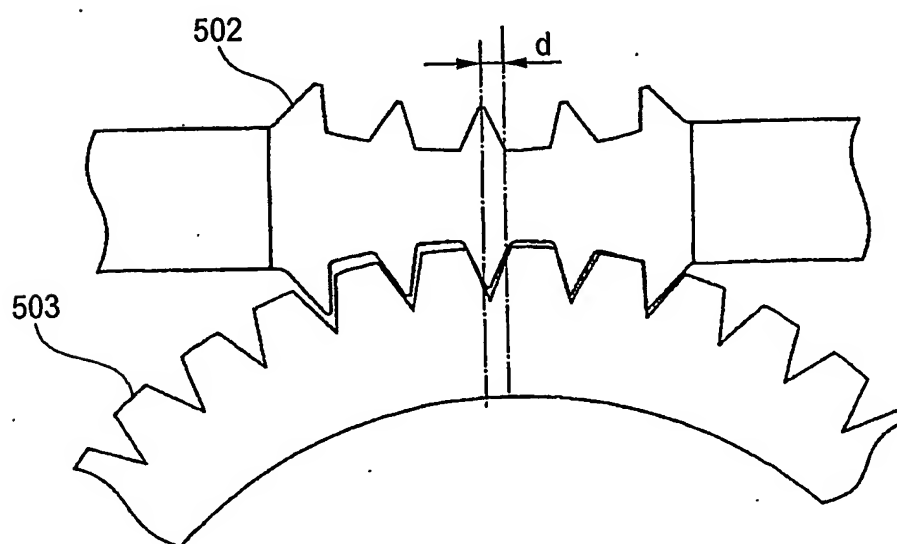


図35

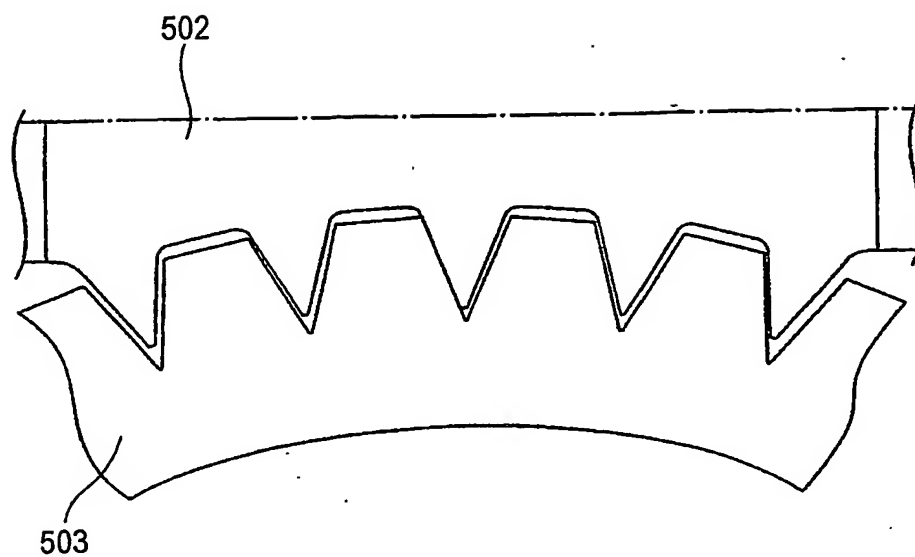


図36

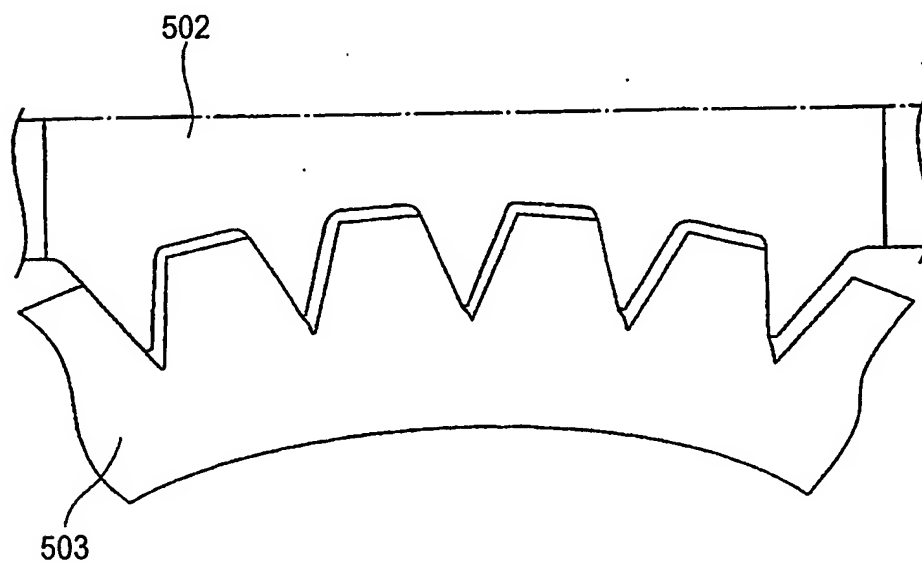


図37A

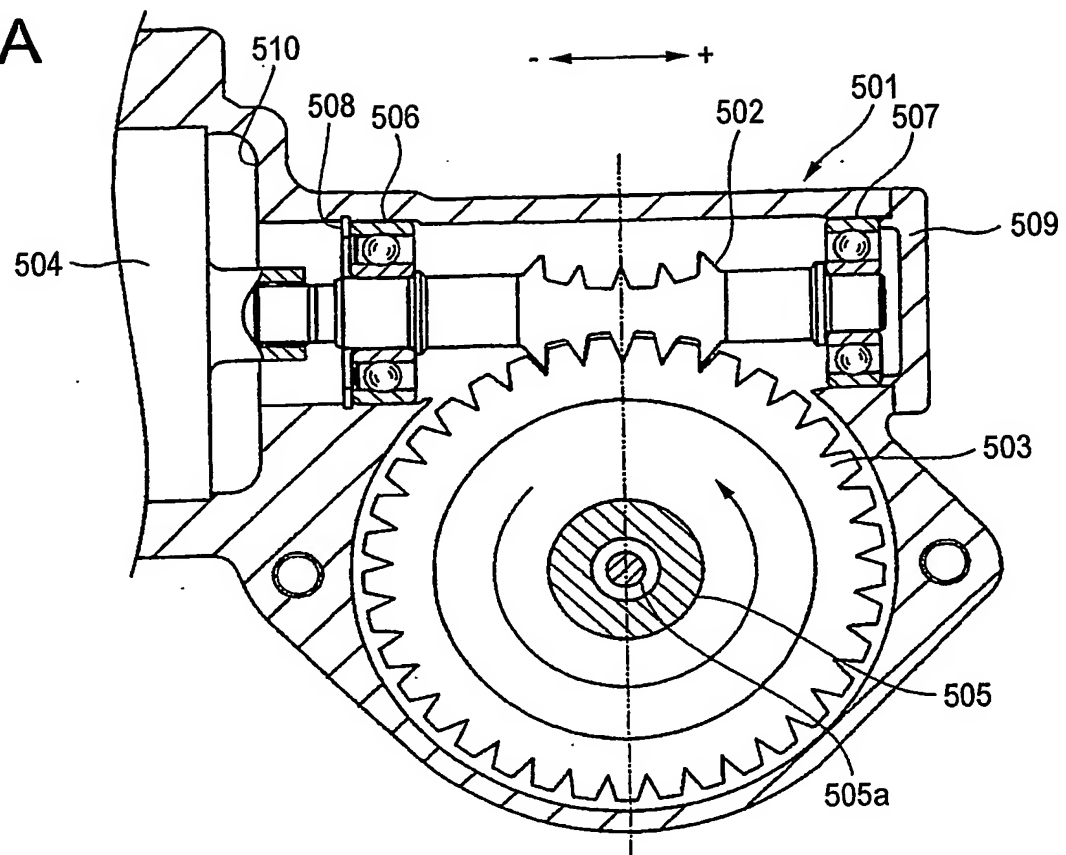


図37B

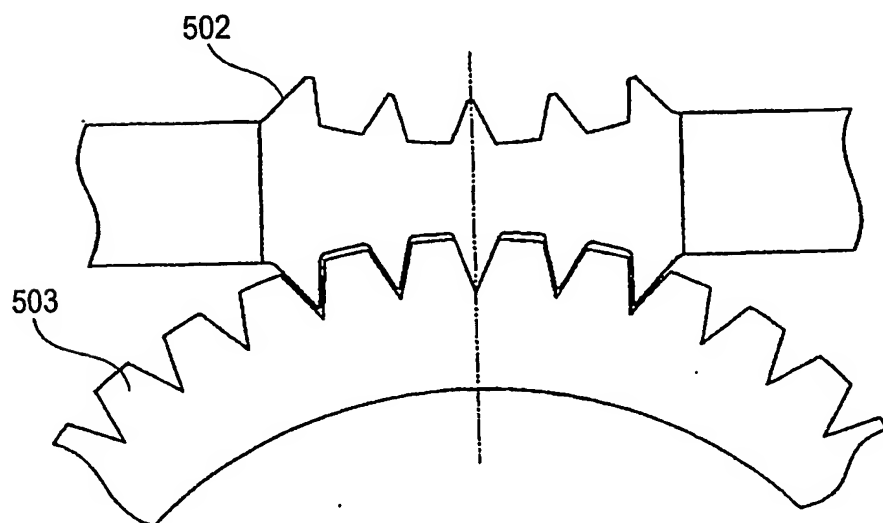


図38

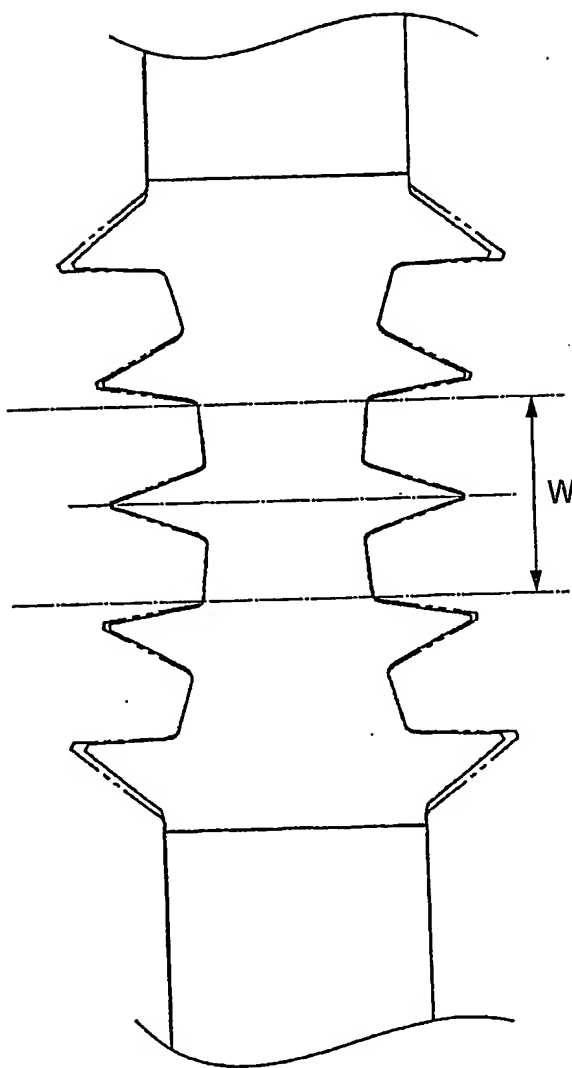


図39A

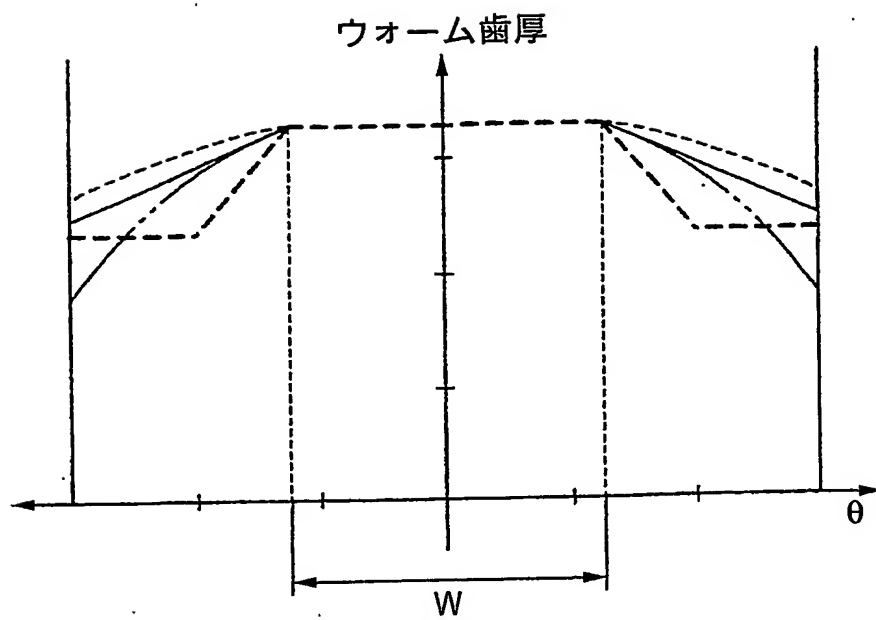


図39B

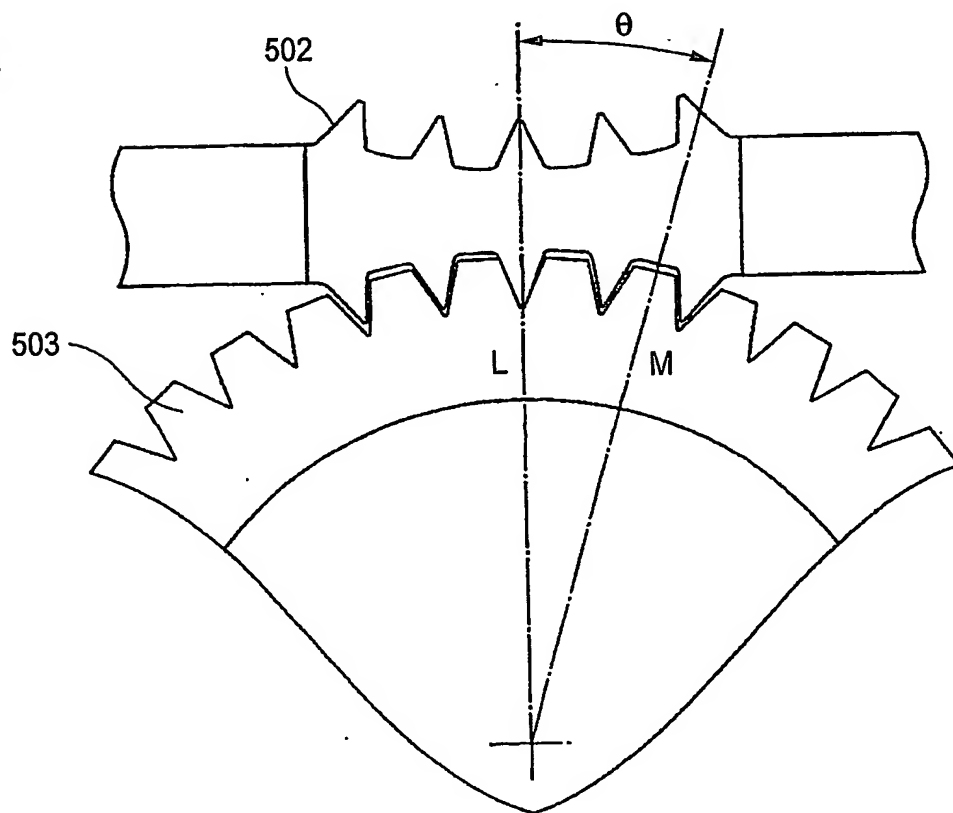


図40A

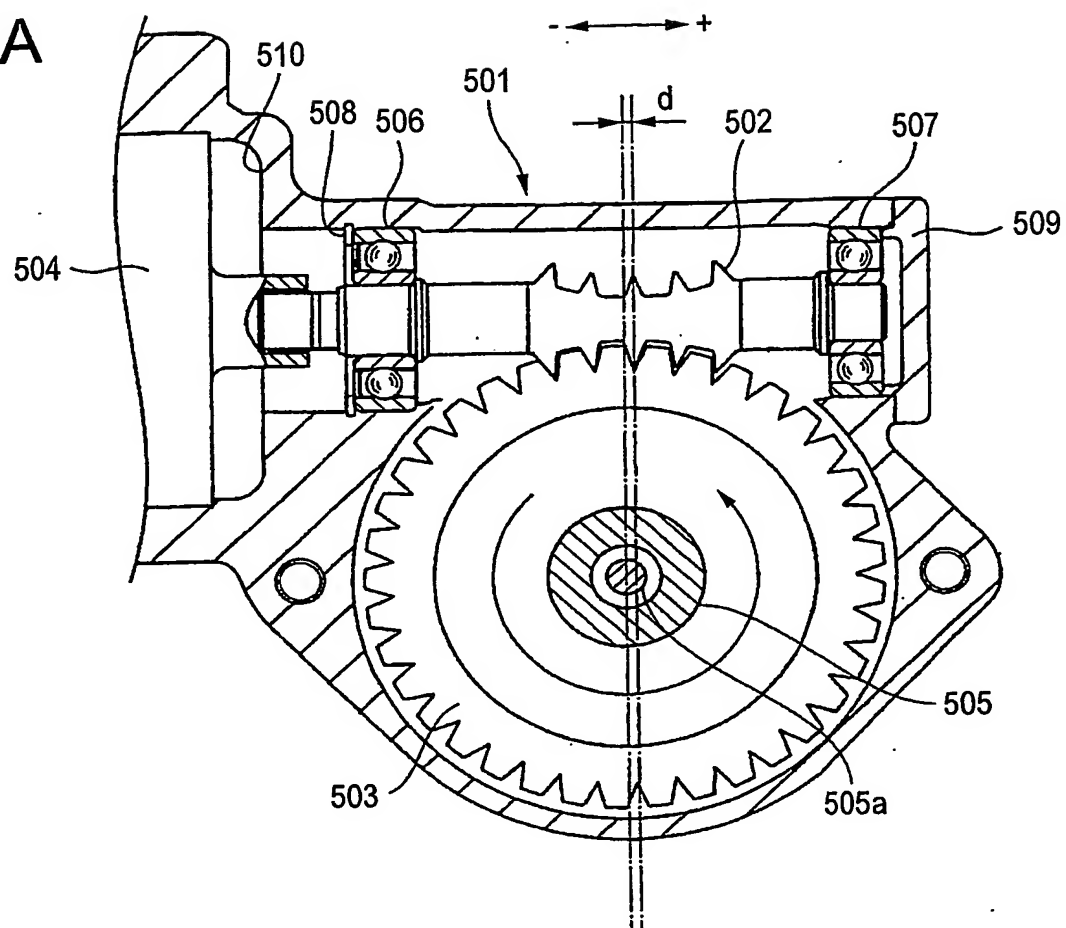


図40B

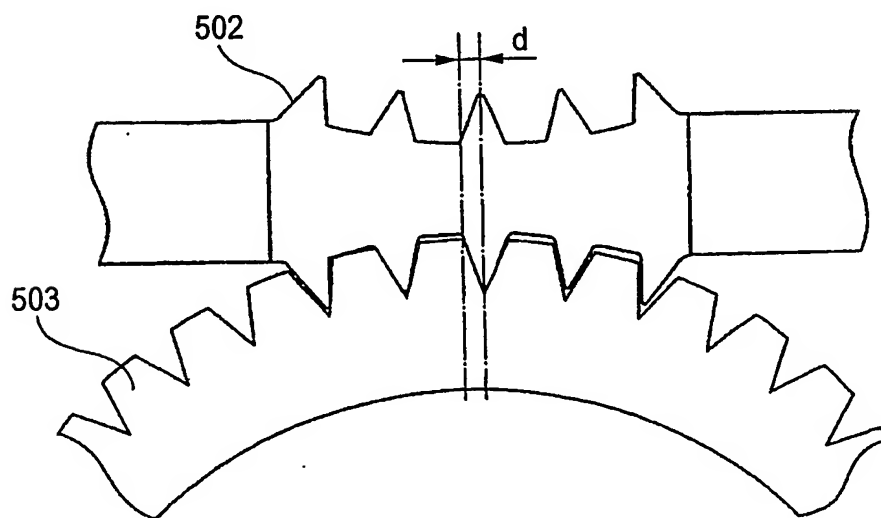




図41A

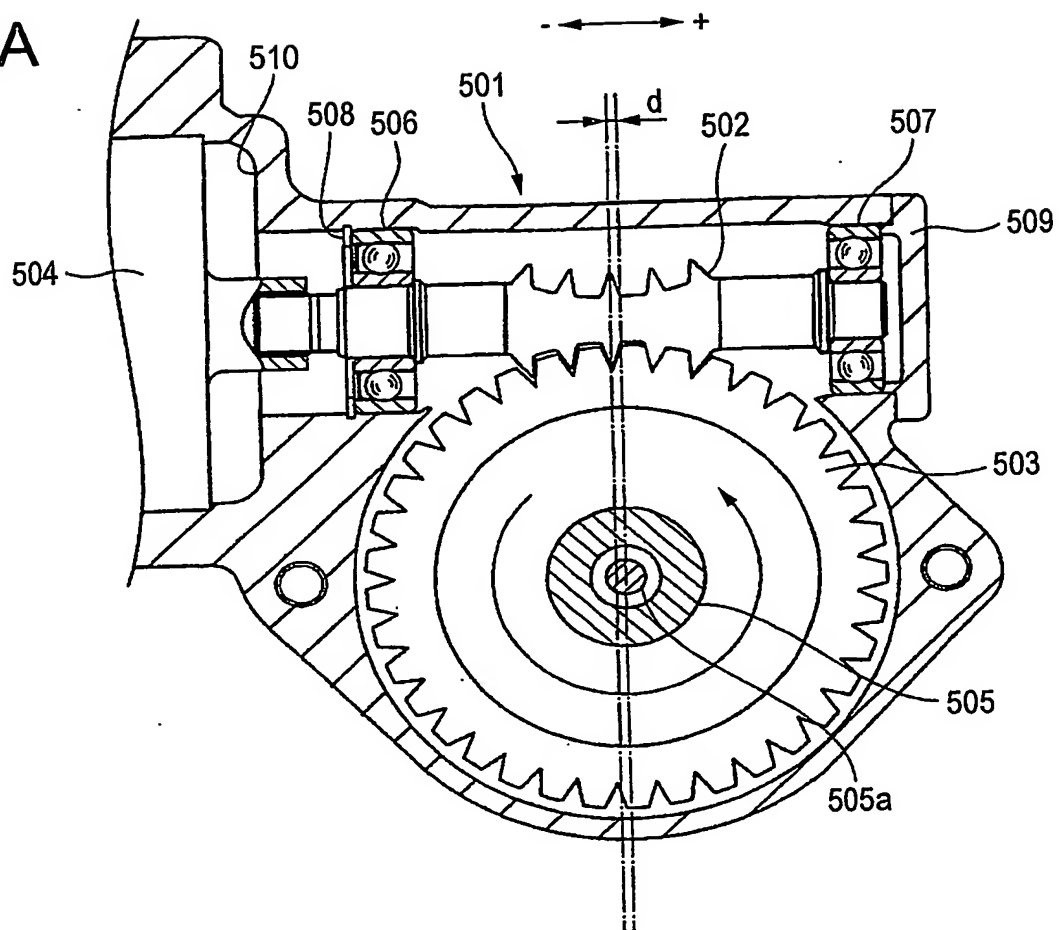


図41B

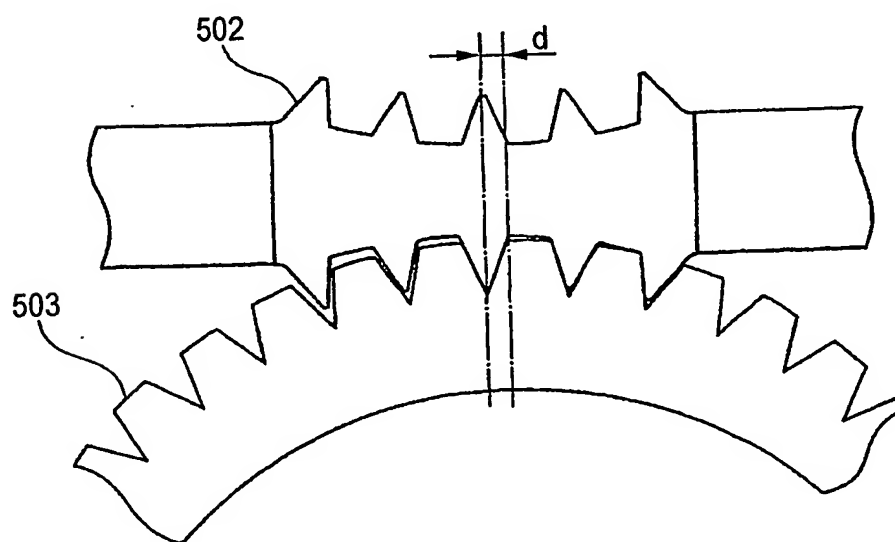


図42A

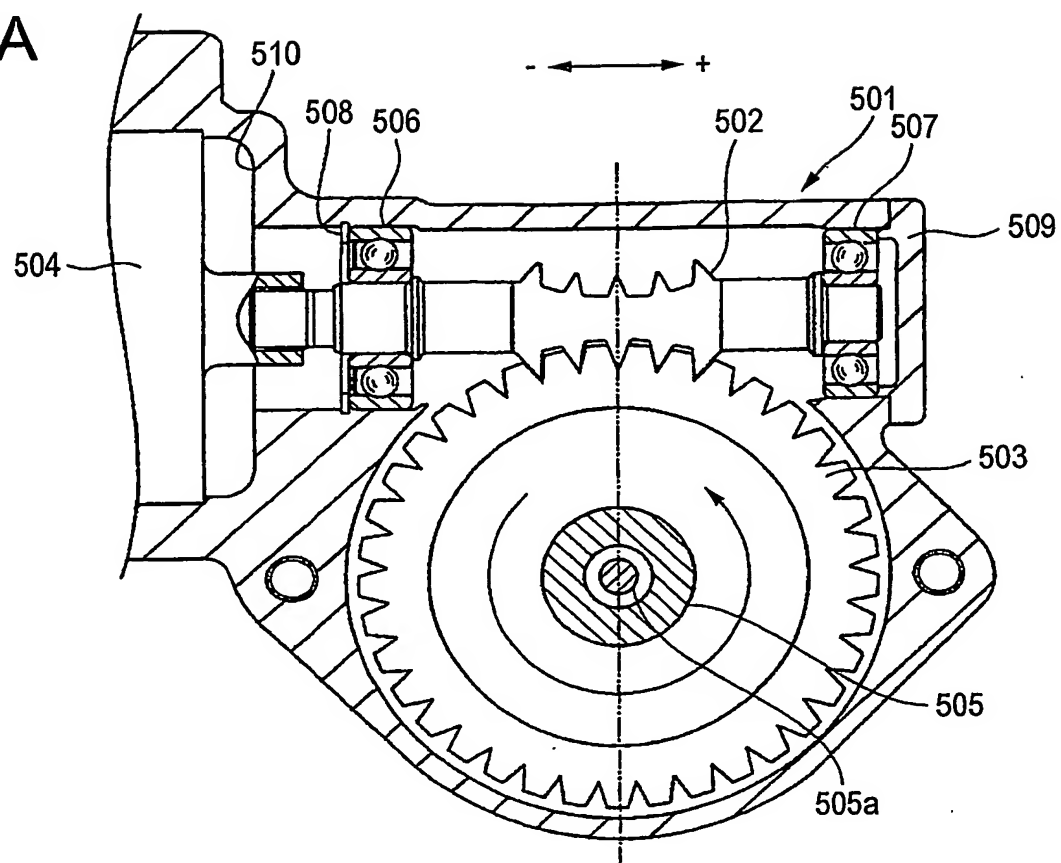


図42B

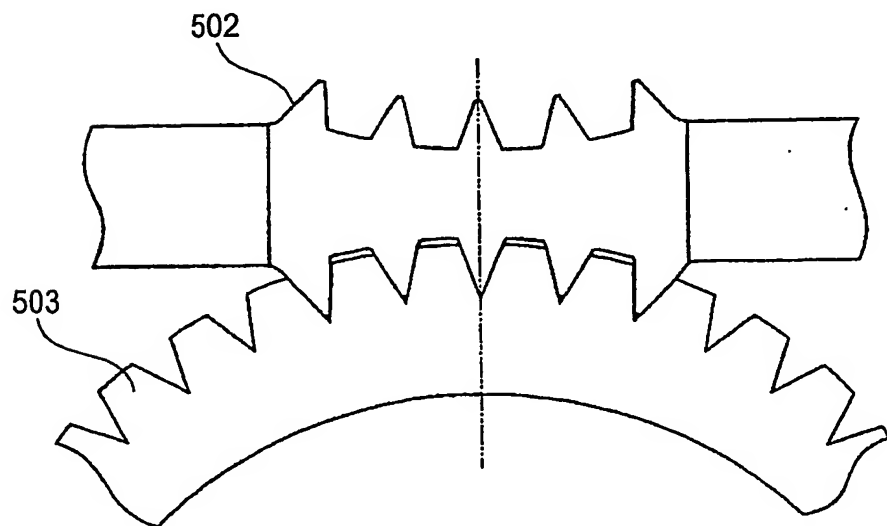


図43A

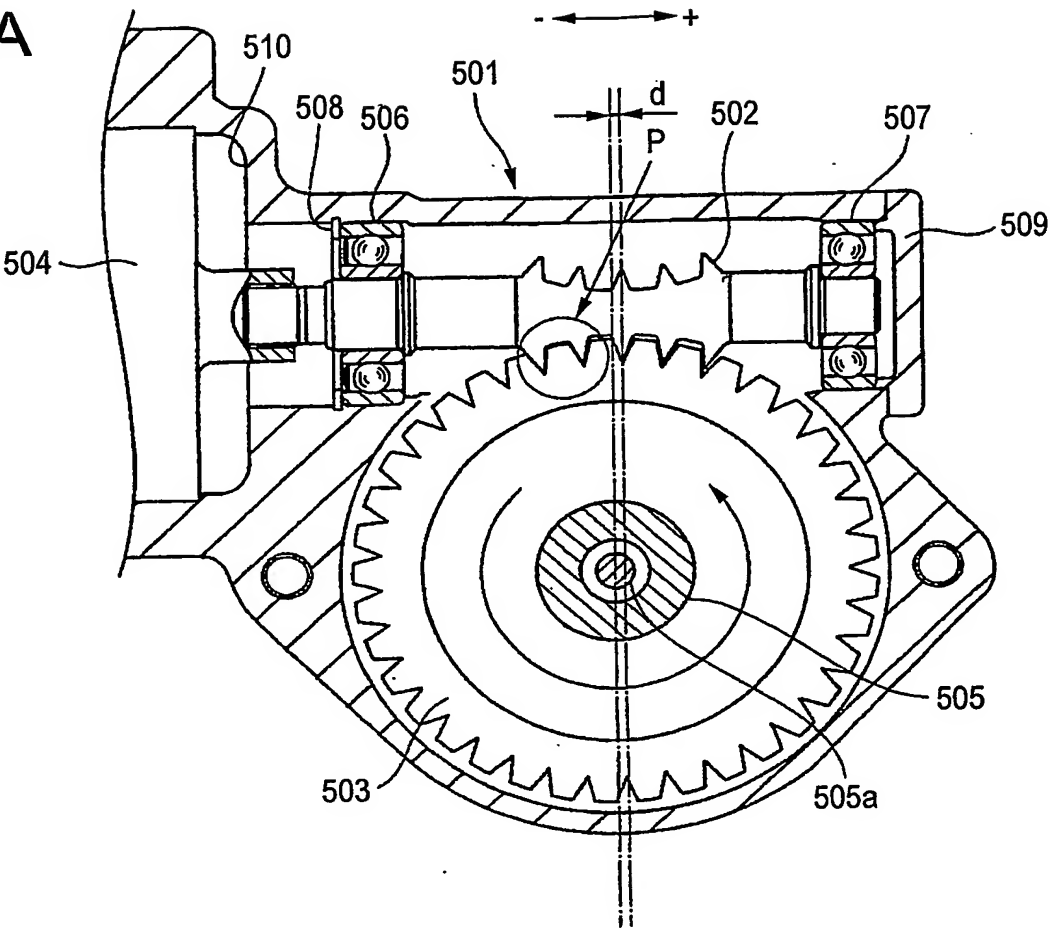


図43B

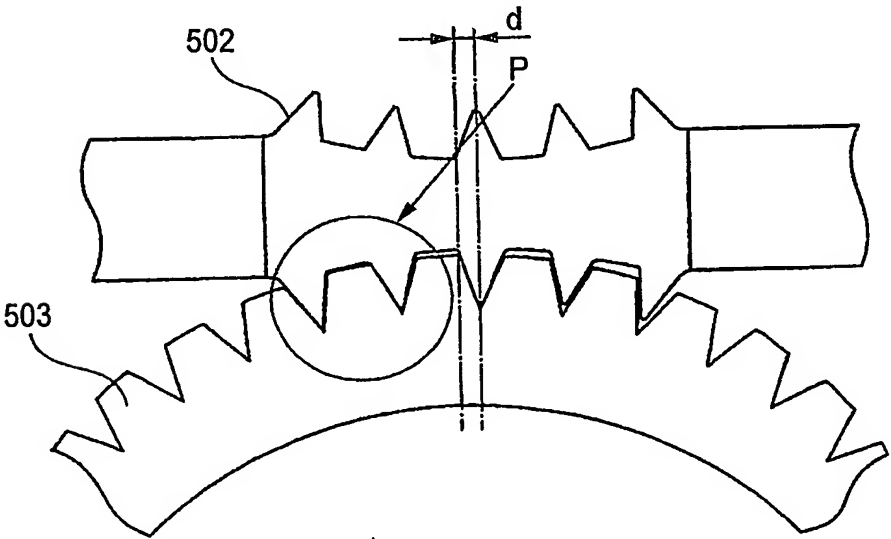


図44A

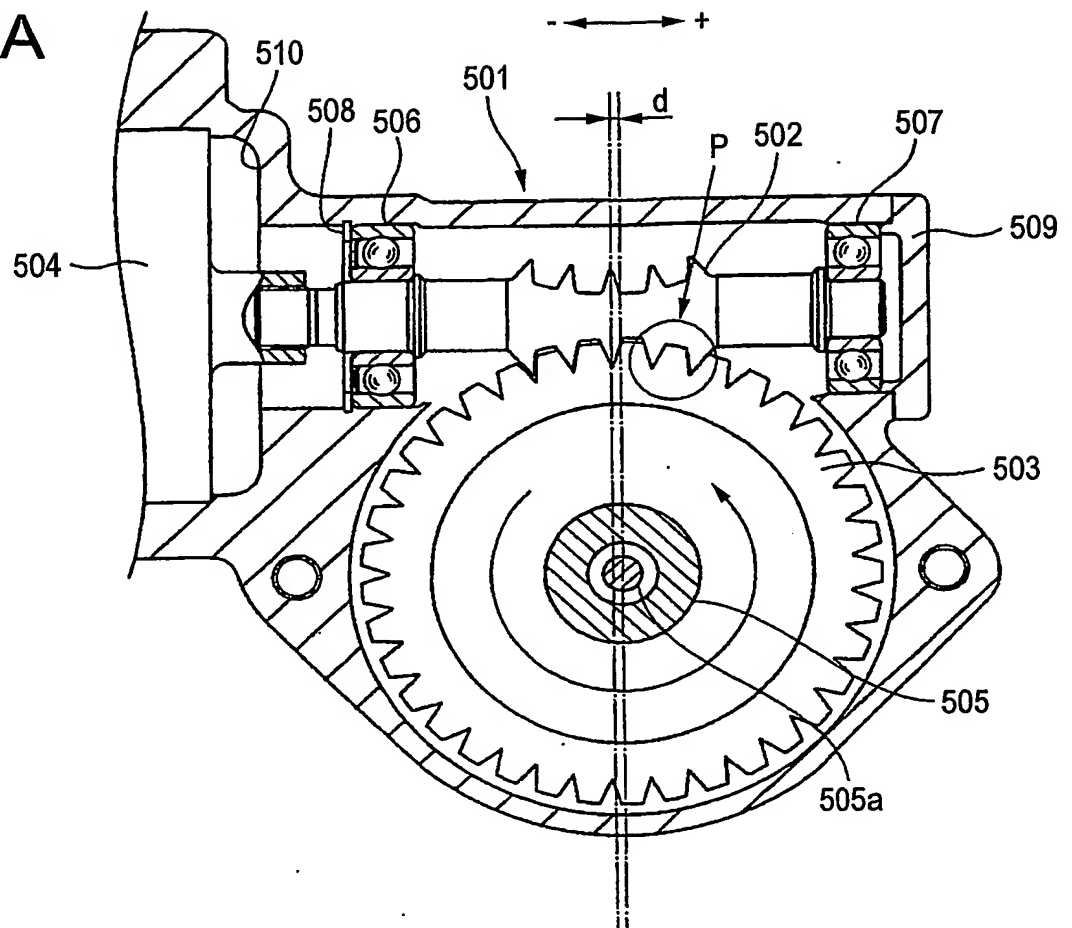


図44B

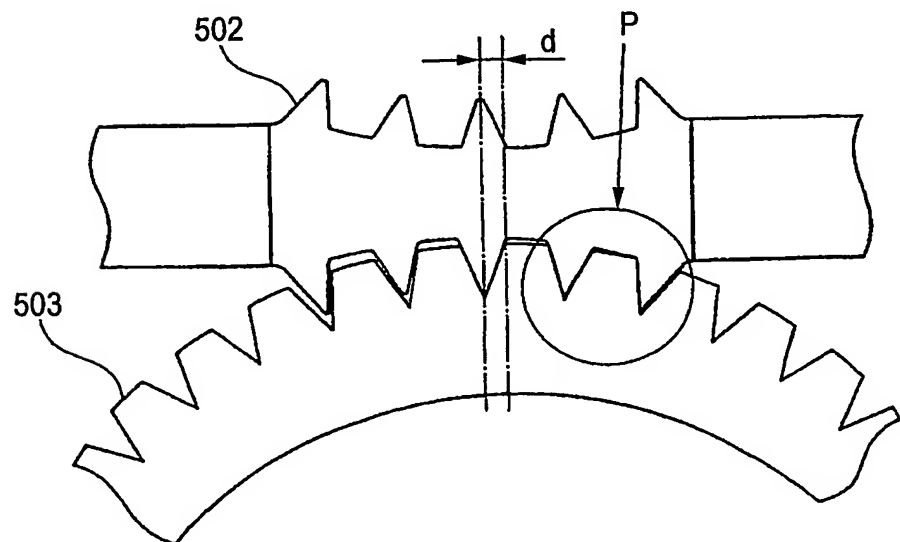


図45A

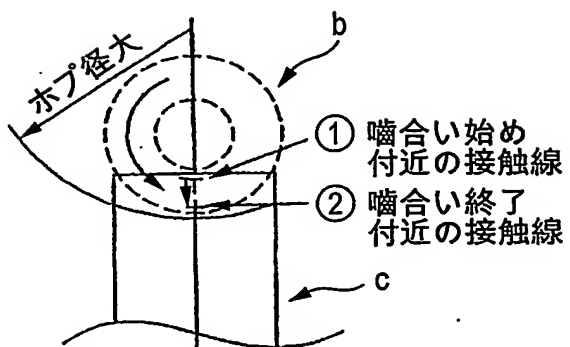


図45B

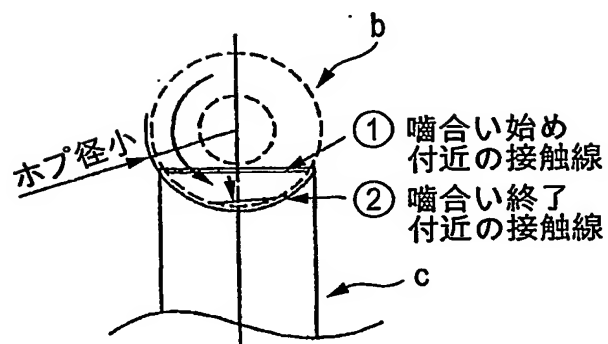


図45C

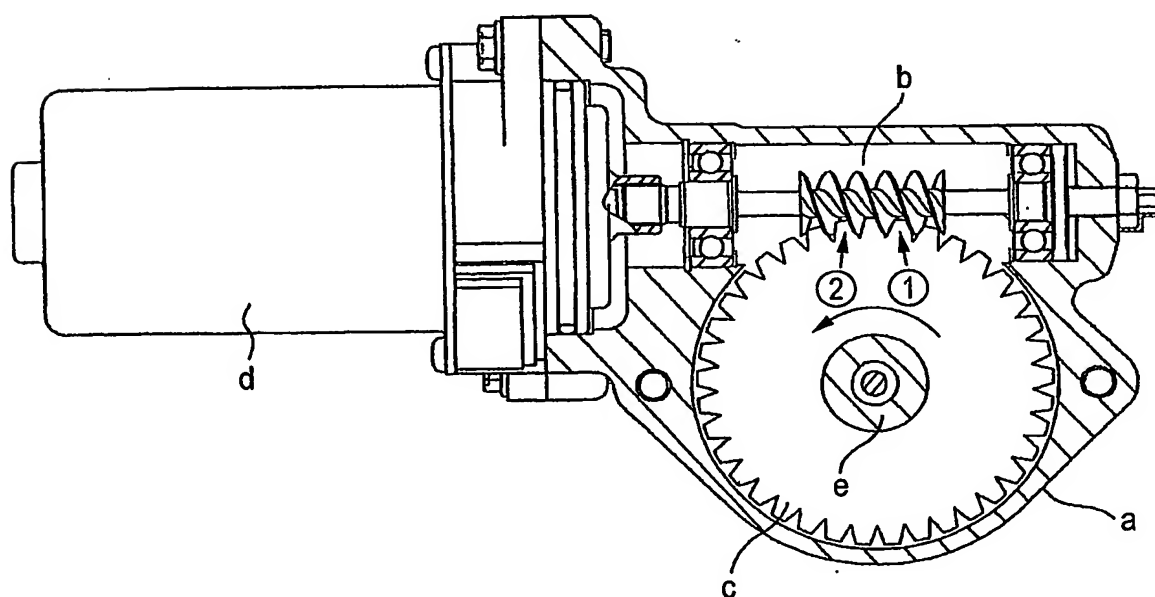


図46A

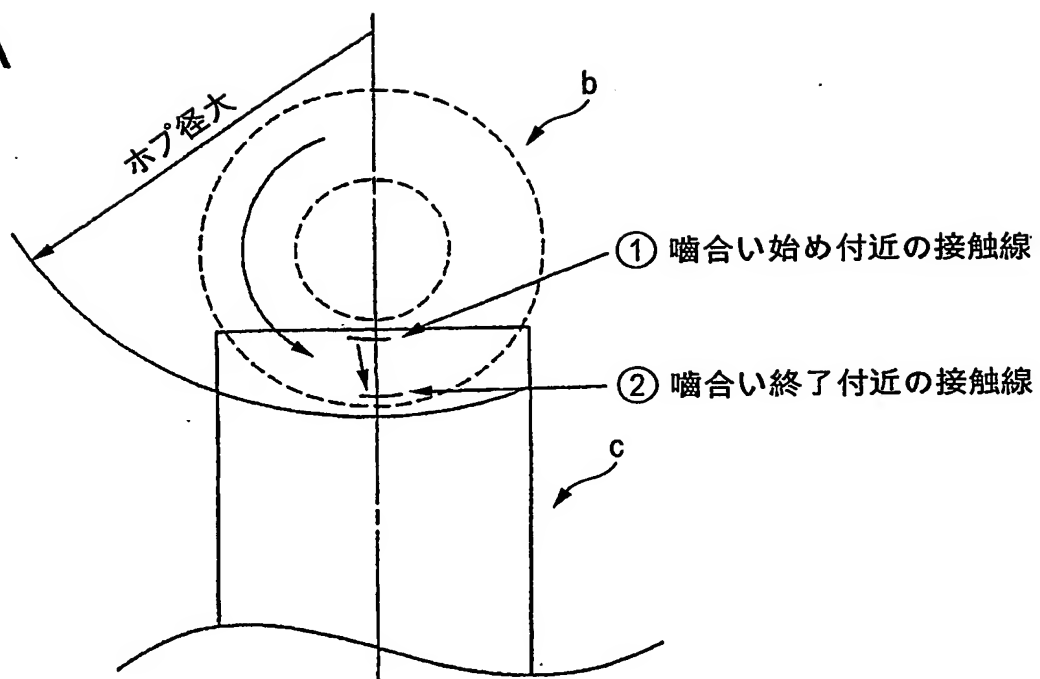


図46B

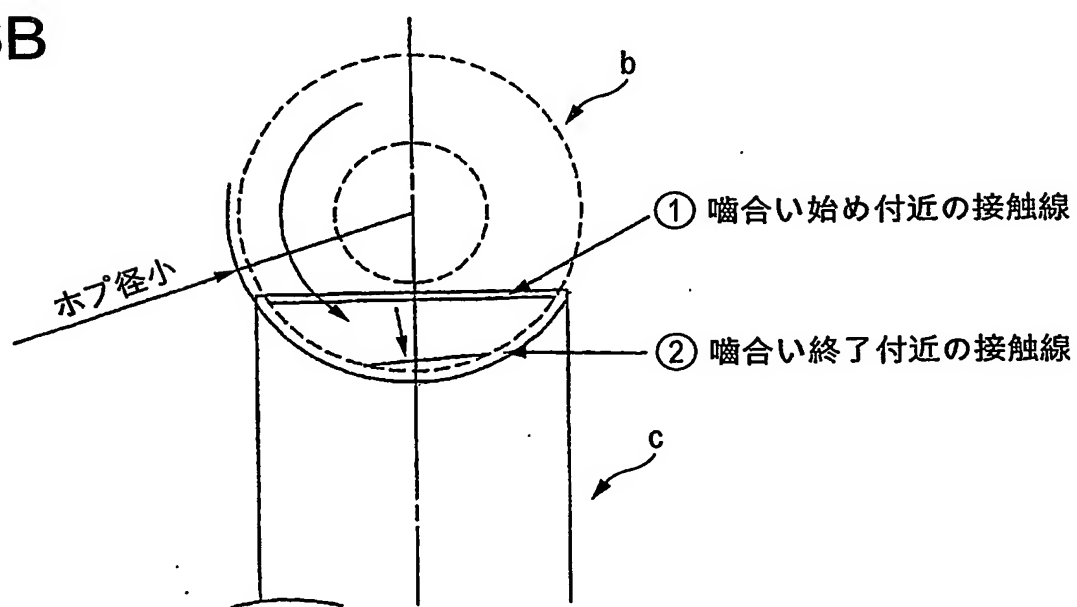


図47

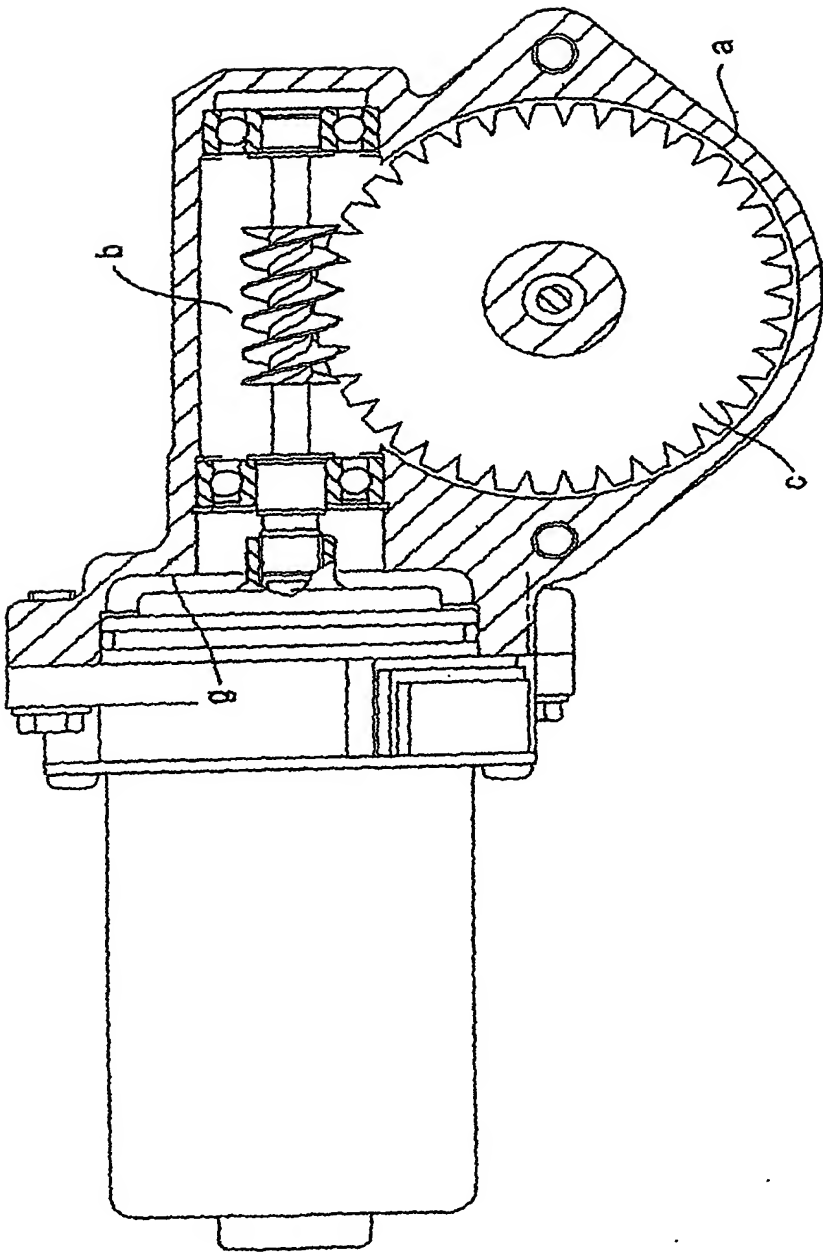


図48B

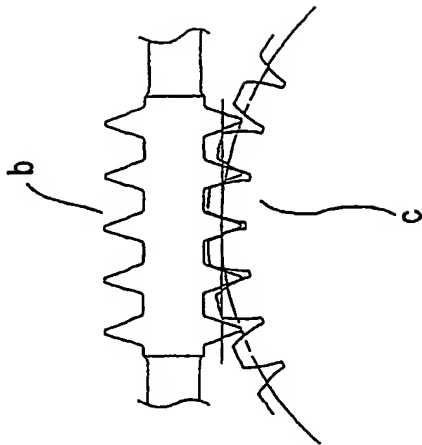


図48A

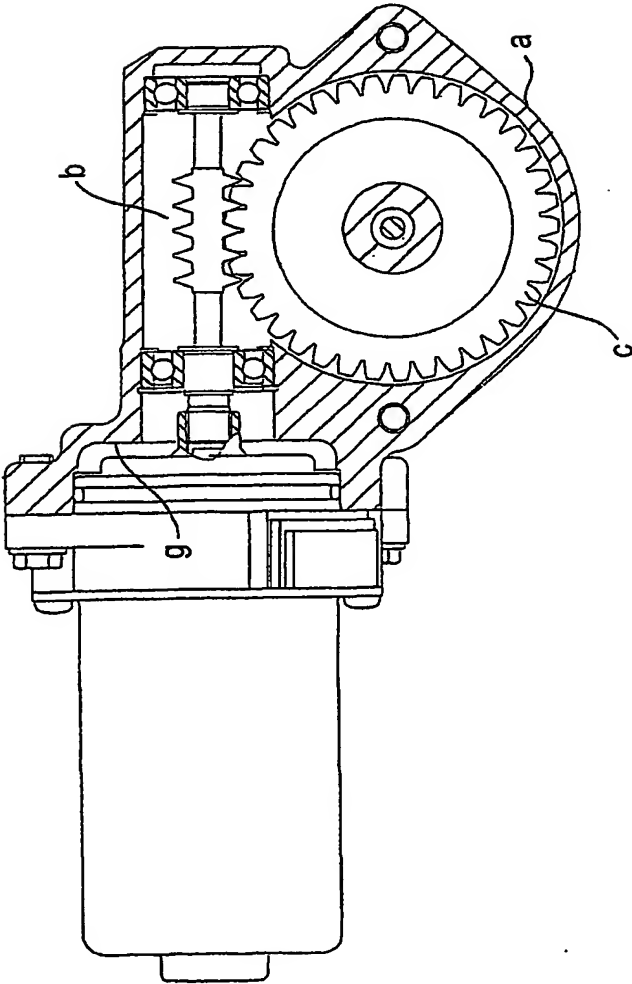




図49C

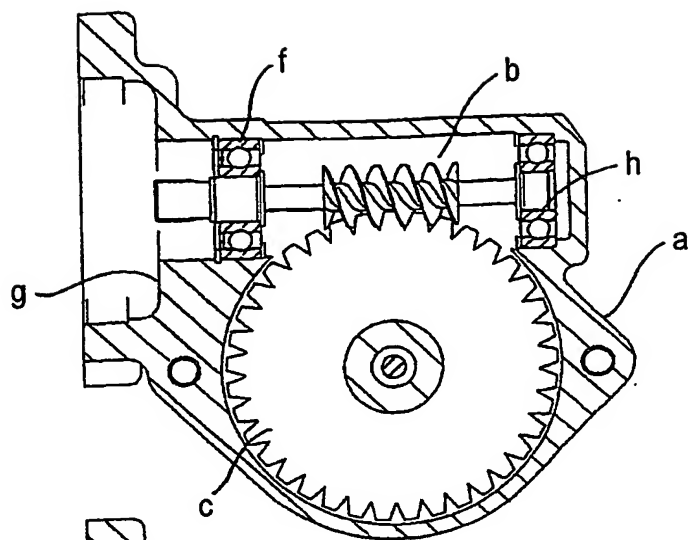


図49B

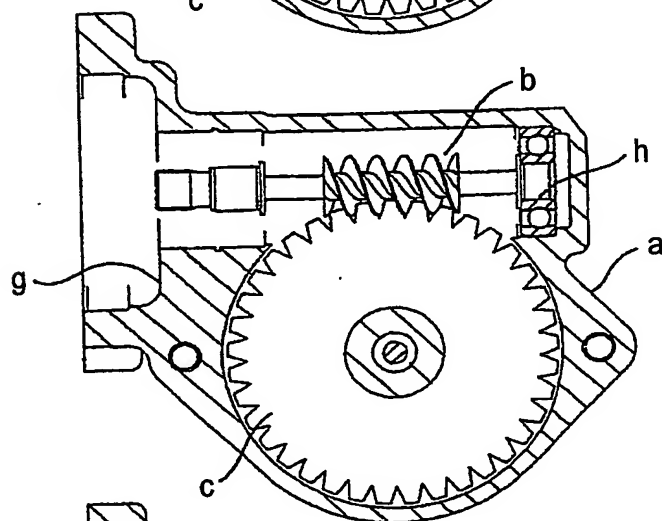
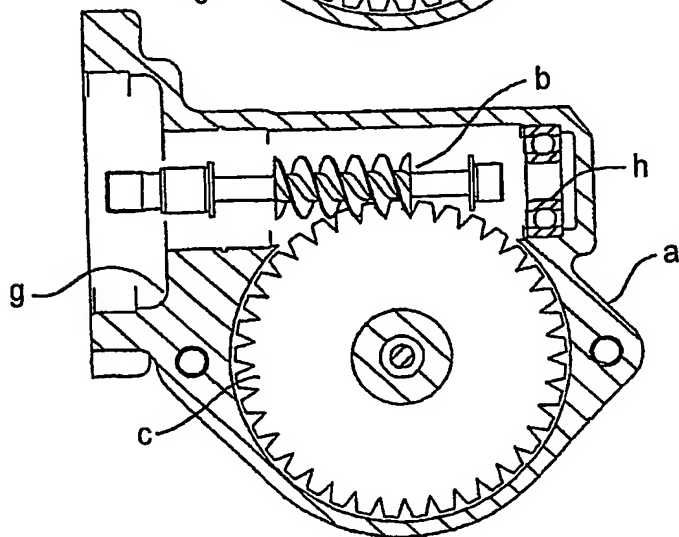


図49A



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005478

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, F16H57/02, F16H1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, F16H57/02, F16H1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2003-54431 A (Honda Motor Co., Ltd.), 26 February, 2003 (26.02.03), Column 3, line 33 to column 4, line 4 & US 2003-34196 A	14, 16, 17 1, 5, 7, 15, 18. 2-4, 6, 8-16, 19, 20-22
X Y A	JP 9-132154 A (NSK Ltd.), 20 May, 1997 (20.05.97), (Family: none)	14 5, 7, 15, 18 1-4, 6, 8-13, 15-22
Y	JP 2002-362387 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 18 December, 2002 (18.12.02), Column 5, lines 13 to 16 (Family: none)	1, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 July, 2004 (14.07.04)

Date of mailing of the international search report  
17 August, 2004 (17.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005478

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-74676 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 12 March, 2003 (12.03.03), (Family: none)	7
Y	JP 2003-118600 A (NSK Ltd.), 23 April, 2003 (23.04.03), (Family: none)	18
Y	JP 2003-28278 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 29 January, 2003 (29.01.03), (Family: none)	18
Y	JP 2002-46631 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 12 February, 2002 (12.02.02), (Family: none)	15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/005478

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-7 relate to the improvement of the adjustment of misalignment by a bearing in an electric power steering device using a worm.

Claims 8-13 relate to an increase in lubrication performance and wear resistance in the electric power steering device using the worm.

Claims 14-22 relate to the improvement of the adjustment of misalignment by the adjustment of engagement in the electric power steering device using the worm.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B62D5/04、F16H57/02、F16H1/16

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B62D5/04、F16H57/02、F16H1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 2003-54431 A (本田技研工業株式会社) 200 3. 02. 26, 第3欄第33行-第4欄第4行&US 2003 -34196 A	14, 16, 17 1, 5, 7, 15, 18 2-4, 6, 8-16, 1 9, 20-22
X Y A	J P 9-132154 A (日本精工株式会社) 1997. 0 5. 20, (ファミリーなし)	14 5, 7, 15, 18 1-4, 6, 8-13, 1 5-22
Y	J P 2002-362387 A (光洋精工株式会社) 200 2. 12. 18, 第5欄第13行-第16行 (ファミリーなし)	1, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 07. 2004

国際調査報告の発送日

17. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大谷謙仁

3 Q

9 4 3 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3380

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-74676 A (光洋精工株式会社) 2003. 03. 12, (ファミリーなし)	7
Y	J P 2003-118600 A (日本精工株式会社) 200 3. 04. 23, (ファミリーなし)	18
Y	J P 2003-28278 A (光洋精工株式会社) 2003. 01. 29, (ファミリーなし)	18
Y	J P 2002-46631 A (光洋精工株式会社) 2002. 02. 12, (ファミリーなし)	15

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-7は、ウォームを用いた電動パワーステアリング装置における軸受けによるミスアライメント調整の向上に関するものである。

請求の範囲8-13は、ウォームを用いた電動パワーステアリング装置における潤滑性能、摩耗耐久性の向上に関するものである。

請求の範囲14-22は、ウォームを用いた電動パワーステアリング装置における噛み合い調整によるミスアライメント調整の向上に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。